

ବିଶାଳ-ଅକ୍ଷର



# প্রকৌশল-অঙ্কন

[ প্রথম খণ্ড ]



বিশ্বনাথ মজুমদার

ইন্সট্রাক্টর (পাণ্ডার)

মহম্মদসিংহ পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট



বাংলা একাডেমী ঢাকা

১৪ জুন ৮৪

প্রথম প্রকাশ  
জ্যৈষ্ঠ ১৩৯৬  
মে ১৯৮৩

১৪ জুন ৮৪

বা. এ. ২২৪৭

মুদ্রণ সংখ্যা : ১২৫০

পাণ্ডুলিপি : ভৌতবিজ্ঞান ও প্রকৌশল উপবিভাগ

প্রকাশক

গোলাম নঈনউদ্দিন

পরিচালক

পাঠ্যপুস্তক বিভাগ

বাংলা একাডেমী, ঢাকা

CANSDOC Library

Accession No. 18970

10-6-84

মুদ্রাকর

ওবায়দুল ইসলাম

ব্যবস্থাপক

বাংলা একাডেমী প্রেস, ঢাকা

প্রচ্ছদ : কালিম আখন্দ

মূল : পঁচাত্তরটি টাকা।

PROKAUSHOL ONKAN (Engineering Drawing) by Biwanath Mazumder.  
Published by Bangla Academy, Dhaka, Bangladesh. First Edition May,  
1983. Price : Taka 95.00, U. S. Dollar 9 only.

উৎসর্গ

আমার পক্ষাধীনা কুলগুরু  
শ্রীযুক্ত বাবু ঠাকুরদাস নক্করদাস  
বহাশস্যের স্মৃতিচারণে অর্পিত হলো।



## ভূমিকা

‘অঙ্কন প্রকৌশলীদের ভাষা’ কথাটি সর্বজনবিদিত ও চির সত্য। তার সঙ্গে একথাও সত্য যে, আমাদের দেশে নাতত্ত্বাভ্যাস রচিত কারিগরি অঙ্কন পুস্তকের দারুণ অভাব। এই অভাব কিছুটা নিরসনের জন্যই আমার প্রকৌশল-অঙ্কন ১ম ও ২য় খণ্ড পুস্তকটি রচনার প্রয়াস গ্রহণ।

মূলতঃ প্রকৌশল-অঙ্কন ১ম ও ২য় খণ্ড পুস্তকটিতে পলিটেকনিক ইনস্টিটিউটের দ্বিতীয় বর্ষ শক্তি, যন্ত্র, বিদ্যুৎ, কেমি ও খাদ্য কৌশল বিভাগীয় বিষয় ‘মাসিক-অঙ্কন ১ ও ২’ (Mechanical Drawing-I, II) এর কোর্স (বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা-এর সাম্প্রতিক BEHAVIOURAL OBJECTIVE COURSE) অনুযায়ী লিখিত। পুস্তকটিতে মূল বিষয়সমূহের বিষয়বস্তু ছাড়াও ‘সাধারণ কারিগরি অঙ্কন’-এর প্রয়োজনীয় তথ্যাবলীও সংযোজিত এবং সমুদয় বিষয়বস্তু একাধিক উদাহরণ সহকারে প্রাপ্ত ভাষায় প্রকাশের চেষ্টা করা হয়েছে। পুস্তকটি কারিগরি শিক্ষাঙ্গন ও কর্মাঙ্গনে সংশ্লিষ্ট সকল শিক্ষার্থী, শিক্ষক, প্রশিক্ষার্থী ও আগ্রহী পাঠক-পাঠিকাদের কিছুটা সাহায্যে এলে নিজের শ্রম সার্থক হয়েছে বলে মনে করবো। পুস্তকের মানোন্নয়নের লক্ষ্যে পাঠকদের কাছ থেকে যে কোন গঠনমূলক সমালোচনা কৃতজ্ঞতার সাথে গৃহীত হবে।

‘প্রকৌশল-অঙ্কন’ (১ম ও ২য় খণ্ড) নামক এই পুস্তকটি আমার পুস্তক রচনা ক্ষেত্রে তৃতীয় পদক্ষেপ। ইতিপূর্বে আমার রচিত এবং পলিটেকনিক ইনস্টিটিউটের জন্য বাংলায় পাঠ্যপুস্তক প্রণয়ন কমিটি কর্তৃক অনুমোদিত দুটি পাঠ্যপুস্তক (পাওয়ার প্ল্যান্ট ইঞ্জিনিয়ারিং এবং মোটরযান প্রযুক্তি ১ম, ২য় ও ৩য় খণ্ড) বাংলা একাডেমী, ঢাকা থেকে প্রকাশিত হয়েছে। এ জন্য আমি সংশ্লিষ্ট সম্মানিত কর্মকর্তা এবং সংশ্লিষ্ট সবার প্রতি আন্তরিক শ্রদ্ধা নিবেদন করছি।

নিম্ননাথ মজুমদার

## সূচীপত্র

প্রথম অধ্যায় : প্রোজেকশন, কতিত ও ক্ষেত্রিক নকশা অঙ্কন

ভূমিকা ১ প্রকৌশল অঙ্কনের প্রকারভেদ ১ অঙ্কনের প্রয়োজনীয়  
রেখাদমূহ ৪ ত্রৈক কতিতদমূহ ৭ অঙ্কন ও মাপের অঙ্কন ৭ নকশা  
অঙ্কন প্রক্রিয়া ৮ বহুভুজ অঙ্কন প্রক্রিয়া ১১ ইনিপস বা উপবৃত্ত  
১৪ স্কেল ১৭ কর্ন বা ডায়ামোনাল স্কেল অঙ্কন প্রক্রিয়া ২১  
নকশা ২৪ পিকটোরিয়াল অঙ্কন ২৫ প্রোজেকশন নকশা অঙ্কন ৩১  
ঘনবস্তুর আইসোমেট্রিক নকশা থেকে অর্থোগ্রাফিক নকশা অঙ্কনের  
উদাহরণ (তৃতীয় কোণ পদ্ধতিতে) ৩৭ ঘনবস্তুর আইসোমেট্রিক  
নকশা থেকে অর্থোগ্রাফিক নকশা অঙ্কনের উদাহরণ (প্রথম  
কোণ পদ্ধতিতে) ৪৩ ঘনবস্তুর অর্থোগ্রাফিক নকশা অঙ্কনের  
প্রণালী ৪৮ আংশিক অকজিলারী নকশা ৫৮ অকজিলারী  
নকশা অঙ্কনের নিয়মাবলী ৫৮ কতিত নকশা ৬০ বৃশবিয়ারিং-  
এর অর্ধ-কতিত নকশা ৬৪ সংযোজিত কতিত নকশার গুরুত্ব ৬৫  
ডেভেলপমেন্ট বা প্রসারিত নকশা ৭১ প্রশুমালা ৮২।

দ্বিতীয় অধ্যায় : রৈখিক তল ও ইন্টারসেকশন

রেখাদমূহের ধারণা ৮৫ সমান্তরাল তলের ধারণা ৮৫ হেলানো  
তলের ধারণা ৮৭ বক্রতল ও সমতলের ধারণা ৮৭ রেখাদমূহের  
প্রোজেকশন ৮৯ একটি কোন্ বা মোচাকৃতি বস্তুর ফ্রাণ্টাম নকশা  
৯২ ইন্টারসেকশন ৯৩ প্রশুমালা ৯৭।

তৃতীয় অধ্যায় : লিমিট, ফিট ও কাপলিং

লিমিট বা সীমা ৯৮ ফিট ১০২ যন্ত্রাংশের সমন্বয় ১০৭ টলারেন্স  
১০৮ লিমিট গেজ ১১০ এলাউন্স ১১১ ভালভের ইন্টারফিয়ারেন্স  
১১৪ কাপলিং-এর উদ্দেশ্য ১১৭ প্রশুমালা ১২৫।

চতুর্থ অধ্যায় : সংযোজক ও পাইপিং নকশা

সংযোজক ১২৭ স্ক্রু ১২৭ বোল্ট ও নাট ১৪১ স্টাড ও নাট  
১৪৪ লক নাট ১৪৪ রিভেট ১৪৫ ওয়াশার ১৪৬ কী ১৪৮

## ( আট )

কটর ১৫১ স্প্রিট ও টোপার পিন ১৫২ শাকটিং ১৫২ পাইপ ও পাইপিং নকশা ১৫৪ পাইপের মূল্য ও ব্যবহার ১৫৫ প্রশুমালী ১৫৮।

পঞ্চম অধ্যায় : গিয়ার, বর্তনী ও কার্যকরী নকশা

গিয়ারের মূলনীতি ১৬১ গিয়ার ও পিনিয়ন ১৬৭ ব্যাক ও পিনিয়ন ১৬৮ বর্ধন-চক্র ১৬৯ গিয়ারের অনুপাত ১৭০ পুলি ১৭১ পুলি ও ফ্লুগ ১৭২ বেল্ট ও পুলি ১৭২ গিয়ার ও চেইন ১৭৩ গিয়ারের নোমেনক্লেচার ১৭৪ সুত্রাবলী ১৭৫ অক্ষনের পরিমাপ ১৭৬ স্পার গিয়ারের ইনডলিউট রেখা ১৭৭ বৈদ্যুতিক বর্তনী ১৭৮ দাগানের বৈদ্যুতিক লে-আউট ১৮৫ কার্যকরী নকশা ১৮৫ বিস্তারিত বা ডিটেইল নকশা ১৯৭ পাইলট হাব-এর বিস্তার নকশা ১৯৮ সংযোজিত নকশা ১৯৯ বিভিন্ন প্রকার ভলভ ২০২ কানেকটিং বড ২০৮ প্রশুমালী ২০৯।

ষষ্ঠ অধ্যায় : প্র্যান্ট নকশা ট্রেসিং ও প্রিন্টিং

প্র্যান্ট নকশা ২১১ পেনসিলিং নকশা ২১৬ ইকিং নকশা ২১৭ ট্রেসিং নকশা ২১৭ নকশার মানকরণ ২১৮ প্র্যান্টের লে-আউট নকশা ২১৯ শক্তি উৎপাদন কেন্দ্রের লে-আউট নকশা ২৩০ ভিত্তি স্থাপনের লে-আউট নকশা ২৩৬ লে-আউট নকশায় রেফারেন্স লাইনের ব্যবহার ২৩৯ সংস্থাপন নকশা ২৪০ যন্ত্রাদি স্থাপনের পরিদর্শন প্রতিবেদন ২৪৬ প্রিন্টিং বা মুদ্রণ ২৪৮ মুদ্রণের গুরুত্ব ২৪৯ প্রতিলিপি নকশা ২৫০ ফেক পেপার ২৫১ রাসায়নিক দ্রব্য ও উপকরণ ২৫২ ফেক পেপার সেন্সিটাইজড প্রক্রিয়া ২৫২ ফেক প্রিন্ট যন্ত্র ২৫৩ অ্যানোনিয়া প্রিন্ট নকশা ২৫৬ ফেক ও অ্যানোনিয়া প্রিন্ট নকশার পার্থক্য ২৫৯ একটানা নীল নকশা প্রস্তুতের যন্ত্র ২৬৪ প্রশুমালী ২৬৫।

## প্রথম অধ্যায়

### প্রোজেকশন, কতিংগ ও ড্রেটিং নকশা অঙ্কন

#### ভূমিকা

প্রকৌশলী এবং কারিগরগণ যে নকশা অঙ্কনের মাধ্যমে কারিগরি কর্মকাণ্ডে বিজ্ঞান-ভিত্তিক উন্নয়নমূলক কার্য সম্পাদন করেন ও বাস্তবে রূপায়িত করেন সেই সকল অঙ্কনকেই "প্রকৌশল অঙ্কন" বলা হয়। সেক্ষেত্রে অঙ্কনকে প্রকৌশলীদের ভাষা (Drawing is the Language of Engineers) বলা হয়।

প্রাচীন সভ্যতার যুগে খুব সাধারণ নকশা অঙ্কনের প্রচলন ছিল, কিন্তু প্রকৌশল অঙ্কনের তেমন প্রচলন বা নিপুণতা ছিল না। এ কারণে তখনকার বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির মান এখনকার তুলনায় অনেক অনুন্নত ছিল। বর্তমানে আধুনিক বৈজ্ঞানিক যুগে বিজ্ঞানের প্রসার ও অঙ্কনের বাস্তব প্রয়োগের ফলেই নতুন নতুন প্রকৌশল-যন্ত্রপাতি আবিষ্কার শুরু হয়েছে। এর ফলে আমাদের কৃষি, শিল্প ও সমাজ ব্যবস্থাকে ধাপে ধাপে অগ্রগতির দিকে নিয়ে যাচ্ছে এবং জীবনযাত্রার মান উত্তরোত্তর বৃদ্ধি পাচ্ছে।

দুনিয়ার বা আমাদের চোখে পড়ে যেমন, চেয়ার, টেবিল, দানানকোঠা, মেইথান, রেডিও, টেলিভিশন প্রভৃতি সকল বস্তু বা যন্ত্রপাতিই প্রকৌশল নকশা-নকশা করে কারিগর ও প্রকৌশলীগণ প্রস্তুত করেছেন। পূর্বকার নকশার তুলনায় বর্তমানের নকশা উন্নততর ও বিজ্ঞানসম্মত বলেই পূর্বের যন্ত্রপাতির তুলনায় বর্তমানের যন্ত্রপাতির আকৃতি, প্রকৃতি ও গুণগত মান এত আকর্ষণীয় হচ্ছে।

তদুপরি আধুনিক প্রকৌশল-অঙ্কন অনুসরণ করে কারিগরগণ অতি সহজে নকশা ও নিপুণভাবে, কম সময়ে এবং কম খরচে জব্যাদি বা যন্ত্রপাতি প্রস্তুত করতে সক্ষম হচ্ছেন। আর এ কারণেই কারিগরি কর্মকাণ্ডে প্রকৌশল-অঙ্কনের গুরুত্ব অপরিহার্য।

#### প্রকৌশল অঙ্কনের প্রকারভেদ

নকশা অঙ্কনের আকৃতি, প্রকৃতি ও ব্যবহারভেদে কারিগরি অঙ্কনকে বিভিন্ন শ্রেণীতে ভাগ করা যায়।

UNIVERSITY LIBRARY  
Accession No. 18970

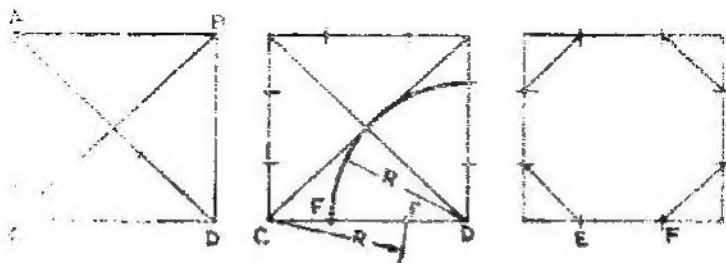


যেমন:

- (ক) জ্যামিতিক অঙ্কন (Geometrical drawing),
- (খ) যন্ত্রের সাহায্যে অঙ্কন (Mechanical drawing),
- (গ) স্বাপত্য অঙ্কন (Drafting drawing),
- (ঘ) বৈদ্যুতিক অঙ্কন (Electrical drawing)।

নিম্নে উদাহরণসহ এই অঙ্কনসমূহ সম্পর্কে সংক্ষেপে বর্ণনা করা হয়েছে।

(ক) জ্যামিতিক অঙ্কন : প্রকৌশল অঙ্কনের প্রাথমিক অঙ্কনকে জ্যামিতিক অঙ্কন বলে। জ্যামিতিক রেখা খালি অঙ্কনের কাঠামো গঠিত হয়। যেমন: সরল, বক্র, হেলানো প্রভৃতি রেখা দ্বারা অঙ্কিত কোণ, ত্রিভুজ, বৃত্ত, উপবৃত্ত প্রভৃতি জ্যামিতিক অঙ্কনের উদাহরণ। ১.১ চিত্রে জ্যামিতিক অঙ্কন দেখানো হয়েছে (বর্গক্ষেত্রের মধ্যে একটি অষ্টভুজ)। এতে বর্গক্ষেত্রের চারটি কোণ থেকে কেন্দ্র-বিন্দু পর্যন্ত পরস্পর নিয়ে চারটি বৃত্তচাপ অঙ্কন করলে অষ্টভুজের আটটি ভূজের পরিমাপ পাওয়া যায়।



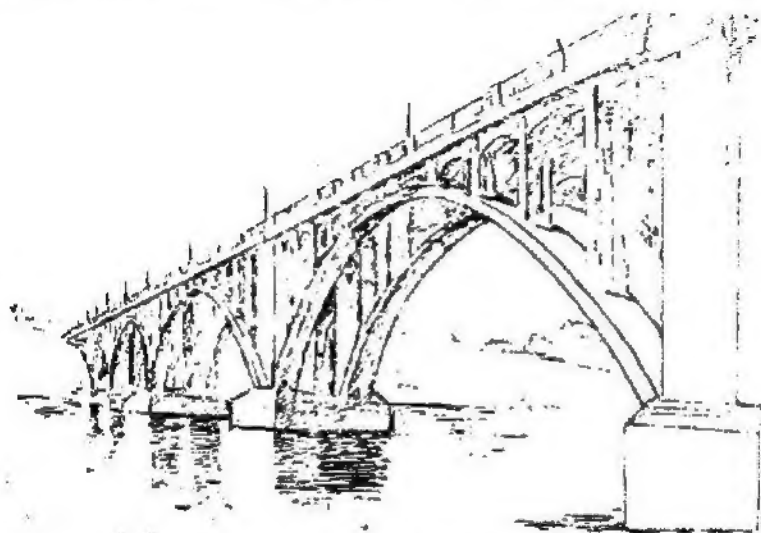
চিত্র ১.১ : জ্যামিতিক অঙ্কন (বর্গক্ষেত্রের মধ্যে একটি অষ্টভুজ)।

(খ) যন্ত্রের সাহায্যে অঙ্কন : শিল্পপ্রতিষ্ঠান ও কারখানাগুলোতে যন্ত্রাদি প্রস্তুত, নির্দেশনা, মোবায়ল, রক্ষণাবেক্ষণ, সংস্থাপন প্রভৃতি কার্য সম্পন্ন করার জন্য প্রয়োজনীয় অঙ্কন কতাকেই যান্ত্রিক অঙ্কন বলা হয়। যেমন: বিমান, মোটর-বাগ, জাহাজ, নেদারহু, প্রভৃতি যন্ত্রের মূল ও খুচরা যন্ত্রাংশের নকশাদি যান্ত্রিক অঙ্কনের অন্তর্ভুক্ত। ১.২ চিত্রে একটি বিমানের যান্ত্রিক নকশা দেখানো হয়েছে। এই অঙ্কন শিল্পী কর্তৃক অঙ্কিত একটি উদ্ভূত বিমানের নকশা।



চিত্র ১.২ : কাঠের অঙ্কন (একটি বিমানের কাঠামো)।

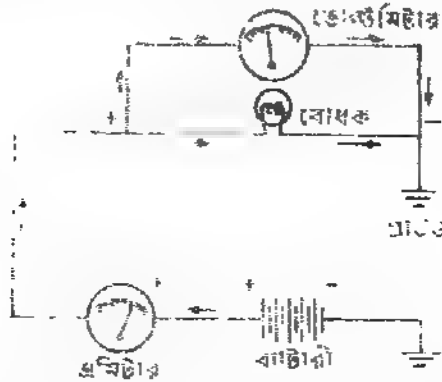
(গ) স্থাপত্য অঙ্কন : দানাইকোঠা, পুল, রাস্তাঘাট, নদীনালা প্রভৃতি নির্মাণ, মেরামত, খনন ও পুনঃখনন এবং রক্ষণাবেক্ষণ ইত্যাদি কাজের জন্য অঙ্কিত



চিত্র ১.৩ : স্থাপত্য অঙ্কন (একটি ব্রিজের পার্সপেকটিভ নকশা)।

বা অনুসৃত নকশাসমূহকে স্থাপত্য অঙ্কন বলা হয়। ১.৩ চিত্রে একটি স্থাপত্য অঙ্কন (একটি ত্রিভুজের পার্শ্বদৃশ্যের নকশা) দেখানো হয়েছে। এই নকশার বস্তুটির দিকটের অংশ বড় এবং দূরের অংশাদি ক্রমাগত ছোট দেখা যায়।

(ঘ) বৈদ্যুতিক অঙ্কন : কোন বৈদ্যুতিক বর্তনী, বৈদ্যুতিক জেনারেটর, টাওয়ার, বৈদ্যুতিক মোটর, ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি প্রভৃতি প্রস্তুত, সেরামিক, রক্ষণ-বৈদ্যুতিক এবং সংস্থাপন কাজে ব্যবহৃত অঙ্কনসমূহকে বৈদ্যুতিক অঙ্কন বলা হয়। ১.৪ চিত্রে একটি বৈদ্যুতিক অঙ্কন (জ্যামিতির ও ভোল্টমিটার সংযোগ নকশা) দেখানো হয়েছে।



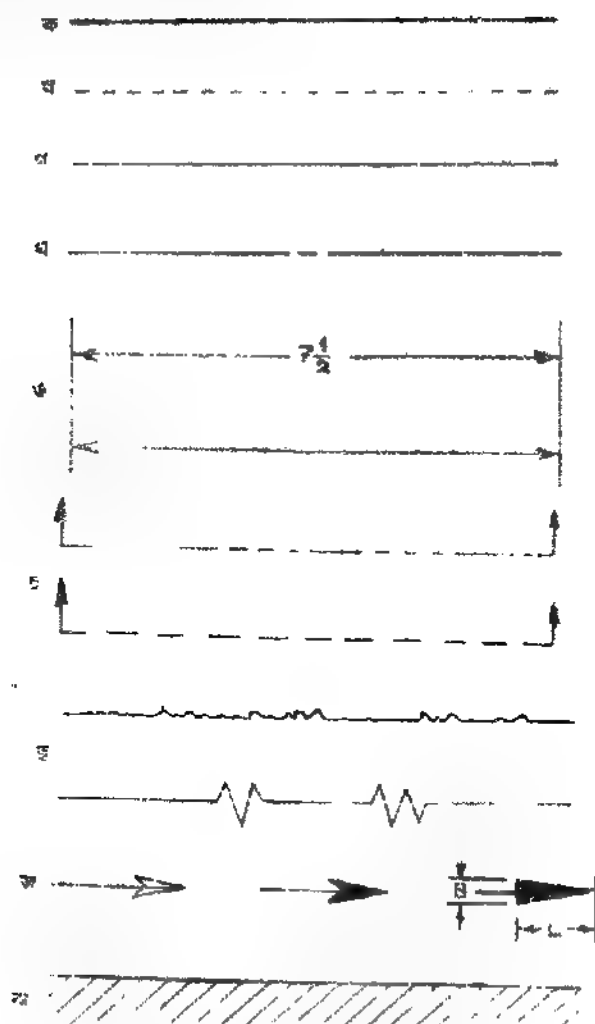
চিত্র ১.৪ : বৈদ্যুতিক অঙ্কন (জ্যামিতির ও ভোল্টমিটার সংযোগ নকশা)।

### অঙ্কনের প্রয়োজনীয় রেখাসমূহ

প্রকৌশল অঙ্কনের জন্য নিম্নবর্ণিত লাইনগুলি আঁকার অভ্যাস করা বা নমন দ্বারা শিল্পী এবং কারিগরবৃন্দের জন্য অবশ্যই প্রয়োজন, যেমন :

(ক) কার্যকরী বা মূল রেখা (Working or object line) : এটি এক টানে মোটা করে অঙ্কন করতে হয়।

(খ) হিডেন বা অস্পষ্ট রেখা (Hidden or invisible line) : ইহা হালকা অথচ খাটো ডটেড লাইন (short dotted line) নামে খ্যাত, যার দৈর্ঘ্য ৬ মিলিমিটার ( $\frac{3}{4}$ ) এবং ডটেড রেখারের মাঝে ফাঁক থাকে ১.৫ মিমিঃ ( $\frac{3}{8}$ )। সাধারণত কোন বস্তুর অস্পষ্ট অংশ দেখাতে ইহা ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ১.৬ : প্রকৌশল অঙ্কনে ব্যবহৃত প্রয়োজনীয় রেখাসমূহ।

(খ) হালকা বা প্রক্ষেপণ রেখা (Thin or projection line): এই রেখা অঁকিতে পেনসিল হাল্কাভাবে ধরতে হয়। অঙ্কন কাজের শুরুতে প্রথমতঃ এই ধরনের রেখা ব্যবহার করা হয়। অস্তঃপর চূড়ান্ত পর্যায়ে উক্ত রেখাকে কালো ও মোটা করার প্রয়োজন হয়।

(ঘ) কেন্দ্র-রেখা (Centre line) : কোন বস্তু অথবা বস্তুর কেন্দ্র দেখাতে এই রেখা ব্যবহার করা হয়। এতে অঙ্কনের পরিমাপ অনুযায়ী ২ সে: মি: থেকে ৪ সে: মি: পর্যন্ত বড় রেখা, ১.৫ মি: মি: থেকে ৩ মি: মি: ছোট রেখা এবং উভয় রেখার মাঝে ১.৫ মি: মি: পর্যন্ত ফাঁক রাখা হয়।

(ঙ) পরিমাপক রেখা (Dimension line) : কোন বস্তু বা যন্ত্রের বৈদ্য, প্রস্থ, বেধ বা উচ্চতা, ব্যাস প্রভৃতির পরিমাপ দেখাতে এই রেখা ব্যবহার করা হয়। সাধারণত এই রেখার দুই ধারে তীর-চিহ্ন এবং মাঝামাঝি দ্বয়ের পরিমাপ লেখ থাকে, যার নাত্রা সঠিক পরিমাপ অনুযায়ী চিহ্নিত করা হয়।

(চ) কাটিং প্লেন রেখা (Cutting plane line) : এই রেখা দেখাতে অনেকটা কেন্দ্র-রেখার মত, শুধু পার্থক্য হলো এ বড় বেষ্মবিশেষের মাঝে দুটি ছোট রেখা এবং দুই প্রান্তের বেষ্মের সঙ্গে খাড়াভাবে তীর-চিহ্ন থাকে; কোন বস্তুকে ছেদ করলে এই রেখা থাক ছেদক দ্বান ও অংশকে বুঝানো হয়। এতে বড় রেখা + ২ থেকে ৮ মি: মি:, ছোট ডটেড রেখা + ৬ মি: মি: এবং ফাঁকা থাকে ১.৫ মি: মি:।

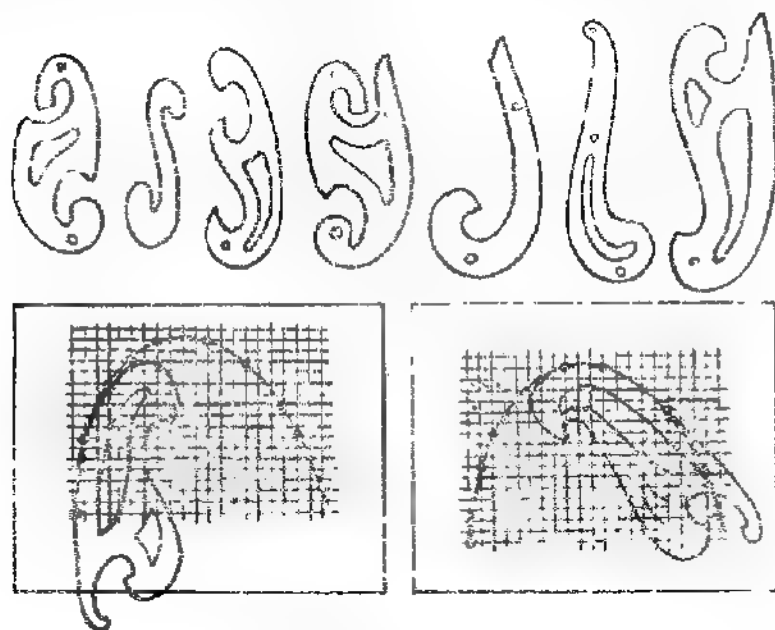
(ছ) ভাঙ্গন রেখা (Break line) : কোন বস্তুকে ভাঙ্গার পর ঐ ভাঙ্গা অংশ দেখাতে এই রেখা ব্যবহার করা হয়। এই রেখাকে চিত্রানুযায়ী দুইভাবে অঙ্কন হয়েছে। উত্তর ভাঙ্গন রেখার খাতি প্রাণে অঙ্কন করা চলে, যার প্রথমটি পাল্লী ও পরেরটি লম্বা ভগ্নরেখা।

(জ) তীর-চিহ্নের রেখা (Arrow head line) : কোন চিত্রে বস্তুর নাম ও পরিমাপ নির্দেশ করতে সাধারণত তীর-চিহ্নের রেখা ব্যবহৃত হয়। অঙ্কন বা নকশার পরিমাপ অনুযায়ী এই তীর-চিহ্নের আকৃতির পরিবর্তন হয়, আনুপাতিক হার সমান থাকে, যেমন—তীর-চিহ্নের দৈর্ঘ্য ২ সে: মি: হলে এর ব্যাস হয় ০.৫ মি: মি:। অর্থাৎ তীর-চিহ্নের ব্যাস,  $B = \frac{1}{4} L$ ; যেখানে  $L$  হলো তীর-চিহ্নের দৈর্ঘ্য।

(ঝ) সেকশন লাইন (Section line) : কোন বস্তুকে কটন করা হলে, বস্তুটির নকশায় উহার ভূমির সঙ্গে  $85^\circ$  কোণ করে এই রেখা অঙ্কন করার মাধ্যমে বস্তুর কতিপ্ত অবস্থা দেখানো হয়। ১.৫ চিত্রে কারিগরি অঙ্কনে ব্যবহৃত প্রয়োজনীয় রেখাসমূহ দেখানো হয়েছে।

## ফ্রেঞ্চ কার্ভসমূহ (French Curves)

প্রাকৌশল নকশা অঙ্কনকালে নকশায় প্রয়োজনীয় জটিল বক্ররেখাসমূহ অঙ্কনের জন্য ব্যবহৃত বক্ররেখার যন্ত্রপাতিটিকে ফ্রেঞ্চ কার্ভ বলা হয়। ১.৬ চিত্রে বিভিন্ন প্রকার ফ্রেঞ্চ কার্ভ দেখানো হয়েছে। এই অঙ্কন-যন্ত্রপাতি প্রস্তুত করতে সাধারণত প্লাস্টিক বা নমনীয় ধাতু ব্যবহার করা হয়। এতে নির্দিষ্ট পরিমাপের বক্ররেখা, উপবৃত্ত, বৃত্ত প্রভৃতি থাকে।



চিত্র ১.৬ : বক্ররেখা আঁকতেপারেন্গী ফ্রেঞ্চ কার্ভসমূহ।

## অক্ষর ও নম্বর অঙ্কন (Lettering and numbering)

অঙ্কন কাগজের বিভিন্ন স্থানে নকশা ও যন্ত্রপাতির নাম এবং সংখ্যা লিপিবদ্ধ করার জন্য সাধারণত একক রেখার ইংরেজি অক্ষর ও নম্বর (Single stroke lettering and numbering) ব্যবহার করা হয়। ১.৭ চিত্রে ত্রুত অক্ষরোপযোগী একক রেখার খড়্ অক্ষর ও নম্বর অঙ্কনের নমুনা দেখানো হয়েছে। এই ধরনের অক্ষরসমূহ আবার হেলানোভাবেও অঙ্কন করা যায়।



চিত্র ১.৭ : নম্বর অক্ষরোপযোগী একক রেখার অক্ষর ও নম্বর অঙ্কনের নমুনা।

এই ধরনের অক্ষর ও নম্বর অঙ্কন করতে দুই অথবা তিনটি হাল্কা আনুভূমিক রেখা অঙ্কন করবেই চলে। অতঃপর “সেটস্কয়ার” (Set’s Square)-এর সাহায্যে চোখের ও হাতের পরিমাপ অনুযায়ী ইংরেজি অক্ষর ও নম্বর, অঙ্কন কাজের ও অঙ্কনকারীর নাম-ঠিকানা প্রভৃতি অভিসম্বল লেখা যায়। তবে, এই ধরনের অক্ষর ও নম্বর অঙ্কন করার পূর্বে, অঙ্কন-কাগজের (drawing paper) উপর অঙ্কিত হচ্ছের উপর বারংবার এঁকে উঠার আকৃতি ও প্রকৃতির উপর ব্যবহারিক দক্ষতা অর্জন করা উচিত।

### নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া (System of drawing)

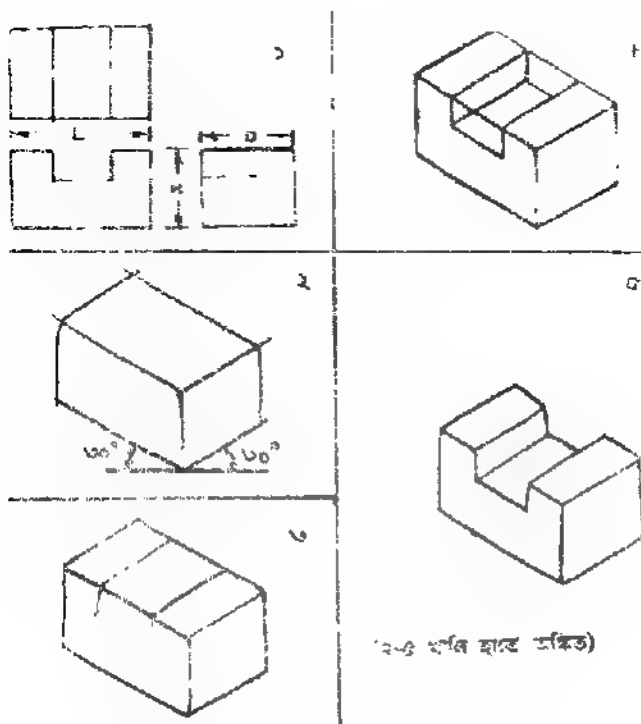
যে প্রক্রিয়ার মাধ্যমে বিভিন্ন প্রকার নকশা অঙ্কন করা হয়, তাকে নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া বলে। এই প্রক্রিয়া সাধারণত দুই প্রকার, যথা :

(ক) খালি হাতে অঙ্কন বা স্কেচিং (Free hand drawing or sketching),

এবং

(খ) যন্ত্রের সাহায্যে অঙ্কন (Instrumental drawing)।

(ক) খালি হাতে অঙ্কন বা স্কেচিং : যে সকল সহজ বা ছোট নকশা যন্ত্রপাতির সাহায্য ব্যতিরেকে শুধুমাত্র পেনসিল অথবা অঙ্কনের কলম দ্বারা “অঙ্কন কাগজের” (drawing sheet) উপর অঙ্কন করা হয় উহাকেই খালি হাতে অঙ্কন বা স্কেচিং বলা হয়। খালি হাতে অঙ্কন কাজের বেশিরভাগ ক্ষেত্রে পেনসিল ও মোছার দ্বারা (eraser) ব্যবহার করা হয়। এই নকশা প্রস্তুতে শুধুমাত্র হাত ব্যবহার করা হয় বলে, এতে বিশেষ সতর্কতা অবলম্বন করা হয়। কোন মূল নকশা প্রস্তুতের প্রাথমিক ধাপ হিসেবেও অনেক সময় অঙ্কন কাগজের উপর খালি হাতে অঙ্কন করার অভ্যাস করা হয়। এতে যন্ত্রাতির নকশা প্রস্তুতের অনুকূলে নতুন নতুন তথ্য লাভ করা যায়। কোন যন্ত্রের নকশা খালি হাতে অঙ্কন করার পূর্বে, একটি নির্দিষ্ট পরিকল্পনার মাধ্যমে অঙ্কন কাগজে পেনসিলের দাগ দিয়ে মূল নকশাটি একে দেখতে হয়।



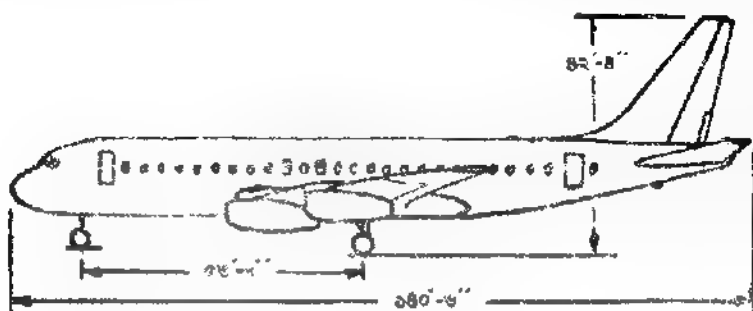
(২-৬ খালি হাতে অঙ্কিত)

চিত্র ১.৬ : খালি হাতে একটি যন্ত্রের অঙ্কন।



১০ চিত্রে খালি হাতে অঙ্কিত একটি যন্ত্রপাতির নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে। অঙ্কন কাগজ অথবা কোন ক্ষেত্রের উপর একটি বস্তু নকশা (আইসোমেট্রিক বা পিকটোগ্রাম) অঙ্কন করতে ভিত্তিবেধার (base line) একটি বিন্দু থেকে একটি ঝড় এবং মাপের লুই ৩০° কোণে ছেদানো যন্ত্ররেখা অঙ্কন করতে হয়। অতঃপর দৃষ্টচিত্র তুল অনুসারে নির্দিষ্ট সংখ্যক লাইন টেনে নকশাটি সম্পন্ন করা হয়। খালি হাতে এই নকশা প্রদত্ত করা হয় বলে, ষ্ট্রাইক রেখাগুলি নামানো আকারীক হয়। এবং গচরাচর এই নকশায় পরিমাপ দেখানো হয় না।

(খ) যন্ত্রের সাহায্যে অঙ্কন : বিভিন্ন রকম যন্ত্রপাতির সাহায্যে যখন কোন বস্তু বা যন্ত্রপাতির নকশা অঙ্কন করা হয়, তখন উহাকে যন্ত্রের সাহায্যে অঙ্কন বলে। সকল নকশা অঙ্কন করতেই “অঙ্কন-যন্ত্র” (drawing instrument) ব্যবহার করা হয়। তবে, কোন কোন ক্ষেত্রে বস্তুটির মূল নকশার জটিল রেখাগুলো ফুটিয়ে তুলতে প্রথমতঃ নকশাটি খালি হাতে অঙ্কন এবং চূড়ান্ত পর্যায়ে বস্তু দ্বারা অঙ্কন করা হয়। যন্ত্রের সাহায্যে অঙ্কনের রেখাসমূহ অধিকাংশ ক্ষেত্রে সুক্ষ্ম বা জটিল প্রকৃতির হয়। এই অঙ্কনের রেখাগুলো নির্দিষ্ট যন্ত্রপাতি দ্বারা অঙ্কন করা



চিত্র ১.১ : অঙ্কন-যন্ত্রপাতি দ্বারা অঙ্কিত একটি উড়োজাহাজের পার্শ্ব-নকশা।

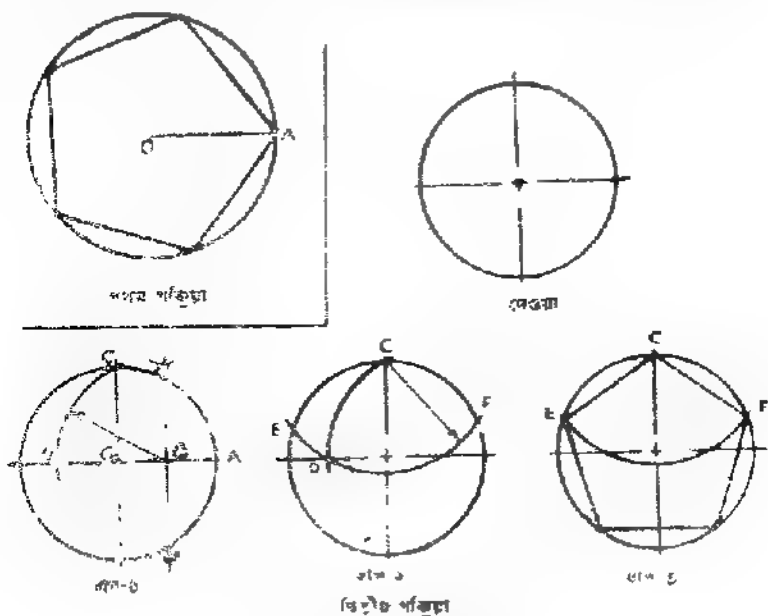
হয় বলে, এর রেখাগুলো স্বাভাবিকভাবেই সরল অথবা বক্র হয়। ১.১ চিত্রে অঙ্কন যন্ত্রপাতি দ্বারা অঙ্কিত একটি উড়োজাহাজের পার্শ্ব-নকশা দেখানো হয়েছে। চিত্রে নির্দিষ্ট পরিমাপও নির্দেশিত হয়েছে।

উভয় প্রকার নকশা অঙ্কন করতেই হাতের নিপুণতা প্রয়োজন। তবে খালি হাতে প্রকৃত সবল ও বক্রবেগা অঙ্কন করা তুলনামূলকভাবে কঠিন। কিন্তু অঙ্কন

যন্ত্রের সাহায্যে যে কোন মন্ব ব্যক্তিই যথিকভাবে যে কোন মন্বা অঙ্কন করতে সক্ষম হয়। এক্ষেত্রে শুধু পদ্ধতি জানা থাকলেই চলে।

### বহুভুজ (Polygon) অঙ্কন প্রক্রিয়া

দুই-এর অধিক সংখ্যক বাহুবিশিষ্ট সীমাবদ্ধ অথবা খোলাকার ক্ষেত্রকে "বহুভুজ" বলে। ইহা জ্যামিতিক অঙ্কনের অন্তর্ভুক্ত। পঞ্চভুজ, ষড়ভুজ, সপ্তভুজ, অষ্টভুজ প্রভৃতি বহুভুজ এর উদাহরণ। এইসব চিত্রের অঙ্কন প্রক্রিয়া নিম্নরূপ:



চিত্র ১.১০ : পঞ্চভুজ অঙ্কনের বৃত্তি নমুনা।

### পঞ্চভুজ (Pentagon)

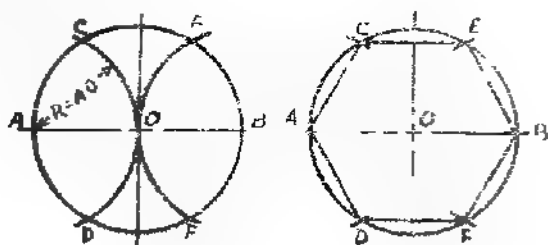
পাঁচটি বাহুবিশিষ্ট ক্ষেত্রকে পঞ্চভুজ বলে। ১.১০ চিত্রে একটি বৃত্ত স্পর্শ করে দুই প্রকার পঞ্চভুজ অঙ্কন প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে।

১ম প্রক্রিয়া : এই প্রক্রিয়ায় প্রথমে একটি বৃত্ত অঙ্কন করা হয়। যতঃপরি উহার কেন্দ্র O থেকে A বৃত্তের পরিধি পর্যন্ত যোগ করা হয় এবং A বিন্দু থেকে বৃত্তের পরিধিকে সমান পাঁচটি ভাগে বিভক্ত করা হয়। এরপর বিন্দু পাঁচটির মধ্যে পরস্পর দুটিকে চিহ্নানুযায়ী যোগ করে দিলেই পঞ্চভুজ হয়।

**২য় প্রক্রিয়া :** এই প্রক্রিয়াতে একটি "পঞ্চভুজ" অঙ্কন করার জন্য একটি বৃত্ত দেয়া আছে, যাকে চারটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে। এখন, প্রথম ধাপে  $OA$  কে দ্বিখণ্ডিত করে  $B$  কে কেন্দ্র করে নব্বু  $C$  পর্যন্ত ব্যাসার্ধ নিয়ে  $CD$  বৃত্তচাপ আঁকি। দ্বিতীয় অঙ্কনের ২য় ধাপে  $C$  কে কেন্দ্র করে  $CD$  ব্যাসার্ধ নিয়ে আরেকটি বৃত্তচাপ আঁকি। উক্ত বৃত্তচাপটি বৃত্তের পরিধিকে  $E$  বিন্দু দিয়ে ছেদ করেছে।  $CE$  ও  $CI$  যোগ করে পঞ্চভুজের দুটি বাহু পাওয়া গেল। এখন,  $CE$  অথবা  $CI$  এর সমান পরিমাপ নিয়ে  $E$  এবং  $F$  বিন্দু থেকে বিপরীত দিকে পরিধির উপর দুটি ছন্দক বিন্দু টেনে যোগ করি এবং মতুন বিন্দুয় যোগ করলে সমান পরিমাপের অপর দুই বিন্দু রেখা বা ভুজ পাওয়া যাবে। এভাবে আরেকটি পঞ্চভুজ পাওয়া যায়।

### ষড়ভুজ (Hexagon)

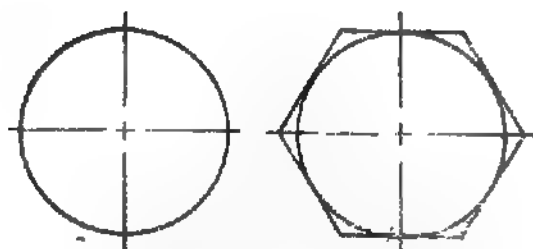
সবটি বাহুবিশিষ্ট ক্ষেত্রকে "ষড়ভুজ" বলে। কাবিগরি কাজকর্মের জন্য তৈরি করা অধিকাংশ নাট ও বোলটের মাথা ষড়ভুজাকৃতির হয়। ১.১১ চিত্রে ষড়ভুজ অঙ্কনের দুটি প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে।



১

প্রথম প্রক্রিয়া

২



দ্বিতীয় প্রক্রিয়া

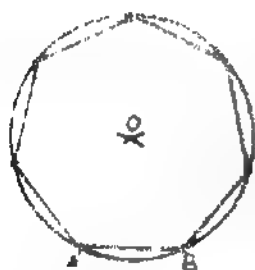
চিত্র ১.১১: ষড়ভুজ অঙ্কনের দুটি প্রক্রিয়া।

**প্রথম প্রক্রিয়া :** এতে প্রথম ধাপে একটি বৃত্ত অঙ্কন করে চিত্রানুযায়ী উহাকে চারটি ভাগ করে বৃত্তের কেন্দ্র-রেখা টানা হয়। কেন্দ্র O এবং সমান্তরাল কেন্দ্র-রেখার ছেদকয়দ্বকে A ও B নাম দেওয়া হয়। অতঃপর A এবং B দিক কেন্দ্র করে যথাক্রমে AO এবং BO ব্যাসার্ধ নিয়ে দুটি বৃত্তচাপ অঙ্কন করলে চাপদ্বয় পরিধিকে C, D, E, F চারটি বিন্দুতে ছেদ করবে। এখন চূড়ান্ত নকশায় বথাক্রমে AC, CE, BE, BF, DF এবং AD বোগ করলেই একটি ষড়ভুজ হয়।

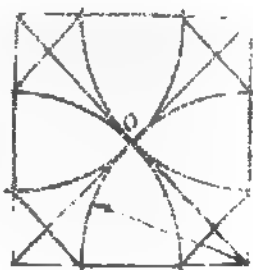
**দ্বিতীয় প্রক্রিয়া :** এট প্রক্রিয়ায়ও প্রথম ধাপে একটি বৃত্ত অঙ্কন করে চিত্রানুযায়ী উহাকে চারটি ভাগ করা হয়। অতঃপর I-করারকে সমান্তরালভাবে ধরে সেট-কয়ারের  $60^\circ$  কোণকে চিত্রানুযায়ী ধারে উহার পার্শ্ব দিয়ে বৃত্তের মধ্য-বেলা পর্যন্ত একটি রেখা অঙ্কন করা হয় এবং I-করারের সংলগ্ন রেখা টানা হয়। উহার বান পার্শ্ব থেকে অনুরূপভাবে  $60^\circ$  কোণে বৃত্তের মধ্যরেখা পর্যন্ত আরেকটি রেখা টানা হয়। এতে বৃত্তটির দ্বিতীয় ধাপের নকশাব নিচের দিকে ষড়ভুজের তিনটি রেখা বা ভুজ পাওয়া গেল। অতঃপর একই প্রক্রিয়ায় বৃত্তটির উপরের দিকে আরও তিনটি রেখা টেনে ষড়ভুজ অঙ্কন সম্পন্ন করা হয়

### সপ্তভুজ (Heptagon)

সাতটি বাহুবিশিষ্ট ক্ষেত্রকে সপ্তভুজ বলে। ১.১২ চিত্রে একটি "সপ্তভুজ" এবং একটি ষষ্টভুজ অঙ্কনের একটি করে নমুনা অঙ্কন করে দেখানো হয়েছে।



সপ্তভুজ



ষষ্টভুজ

চিত্র ১.১২ : একটি সপ্তভুজ এবং একটি ষষ্টভুজ অঙ্কনের নমুনা।

সপ্তভুজের ক্ষেত্রে, প্রথমে একটি বৃত্ত অঙ্কন করে পরিধিকে  $AM$  বাহুর সমান সাতটি সমান ভাগে ভাগ করে বিভক্ত বিন্দুসমূহকে চিত্রের ন্যায় যোগ করলেই সপ্তভুজ পাওয়া যায়।

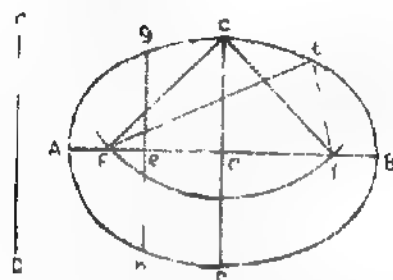
### অষ্টভুজ (Octagon)

আটটি বাহুবিশিষ্ট ক্ষেত্রকে অষ্টভুজ বলা হয়। যান্ত্রিক কাজে ব্যবহৃত কতকগুলি নটি ও বোকেটের মাথা অষ্টভুজাকৃতিতে প্রস্তুত করা হয়। অষ্টভুজের চিত্রানুযায়ী প্রথমে একটি বর্গক্ষেত্র অঙ্কন করে উহার চার কর্ণ-বিন্দু থেকে দুটি কর্ণ-প্রস্থ টানা হয়। উভয় পরস্পর  $O$  বিন্দুতে ছেদ করে। অতঃপর বর্গক্ষেত্রটির চারটি কর্ণ-বিন্দুতে কেন্দ্র করে  $O$  সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে পর পর চারটি বৃত্তচাপ অঙ্কন করলে চতুর্ভুজ বা বর্গক্ষেত্রের চারটি বাহুতে দুটি করে ছেদক বিন্দু পড়িত হবে। এরপর দুটি ছেদক বিন্দু যোগ করলে অষ্টভুজের চারটি বাহু এবং এই চারটি বাহুর আনন্ট কর্ণ-বিন্দু যোগ করলে পনবর্তী চারটি বাহু তৈরি হয় এবং সামগ্রিক ভাবে একটি অষ্টভুজ পাওয়া যায়।

### ইলিপ্স বা উপবৃত্ত (Ellipse)

ঐচ্ছাকৃতির নকশাকে ইলিপ্স বা উপবৃত্ত বলা হয়। কারিগরি নকশার বিভিন্ন পর্যায়ে উপবৃত্তের ব্যবহার সর্বাধিক। নিম্নে উপবৃত্ত অঙ্কনের কয়েকটি প্রক্রিয়া দেখানো হলো। উপবৃত্তের প্রধানত: একটি বড় অক্ষ (axis), একটি ছোট অক্ষ ও কেন্দ্রবিন্দু থাকে এবং তা ঐচ্ছাকৃতির বাহু দ্বারা বেষ্টিত থাকে। আইসোমেট্রিক নকশামূলক যন্ত্রাদির গোলাকার ক্ষেত্রকে উপবৃত্তাকৃতি বা ঐচ্ছাকৃতি দেখায়।

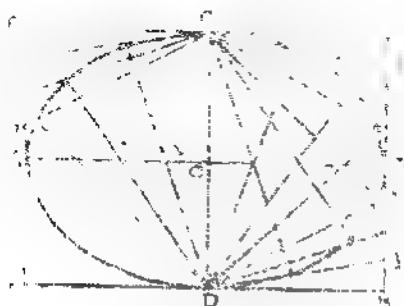
প্রথম প্রক্রিয়া : এই প্রক্রিয়াতে একটি উপবৃত্ত আঁকার জন্য বড় অক্ষ  $AB$  ও ছোট অক্ষ  $CD$  দেওয়া আছে। প্রথমত:  $AB$  ও  $CD$  অক্ষ দুটিকে  $O$  বিন্দুতে সমানভাবে আড়াআড়িভাবে অঙ্কন করা হয়। অতঃপর  $1$  ও  $১৩$  চিত্র অনুযায়ী  $C$  বিন্দু থেকে একটি বৃত্তচাপ আঁকা হয়, উহা  $AB$  বাহুকে  $E$  বিন্দুতে ছেদ করে। অতঃপর  $CF$  ও  $CE$  যোগ করা হয়। এখানে খেয়াল রাখা দরকার, যেন  $CF > CE$  হয়। অতঃপর তিনটি আকর্পন নিয়ে সেগুলিকে  $C$ ,  $F$  এবং  $E$  বিন্দুতে পুঁতে দেয়া হয় এবং উহাতে একটি সূতা লাগানো হয় যাতে উহা  $CF$ ,  $FE$ ,  $FC$  একটি ত্রিভুজ তৈরি করে। এরপর  $C$  বিন্দু থেকে পিনটি বুজে ফেলে সেখানে



চিত্র ১.১৭ : এককণ্ড সূতার দ্বারা একটি উপবৃত্ত অঙ্কন।

একটি উপবৃত্ত অঙ্কনে দাতা কাটিয়ে থাকলে উহা একটি স্থলর উপবৃত্ত প্রকৃত  
করে।

দ্বিতীয় প্রক্রিয়া : এই প্রক্রিয়ায় বড় অক্ষ AB এবং ছোট অক্ষ CD অক্ষের  
O বিন্দুতে ছেদ করে EFGH আয়তক্ষেত্র অঁকা হয়। অতঃপর AF, G  
এ BH এবং AO ও OB বাহুসমূহকে সমান চারভাগে বিভক্ত করা হয়।  
১.১৮ চিত্রানুযায়ী C ও D বিন্দু থেকে বোঝাপত্রের উপর নির্ধারিত ১, ২, ৩

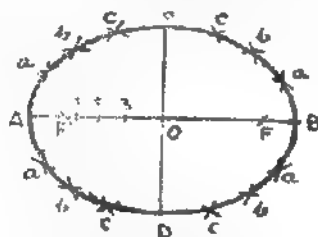


চিত্র ১.১৮ : বোঝাপত্রকে বিভক্তিকরণ প্রক্রিয়ায় উপবৃত্ত অঙ্কন।

এই ক্ষেত্রে বোঝাপত্রের যোগ করলে যে ছোটক বিন্দুসমূহ পাওয়া যাবে, এ  
বিন্দু থেকে বোঝাপত্রের যোগ করলে ছোটক বিন্দু পর্যন্ত খাতিয়ার দিয়েই একটি উপবৃত্ত  
অঙ্কিত হবে।

তৃতীয় প্রক্রিয়া : এই প্রক্রিয়ায় উপবৃত্ত অঁকতে হলে পূর্বের নিয়মানুযায়ী  
AB ও CD অক্ষ দুটিকে O বিন্দুতে সমকোণে ছেদ করানো হয়। অতঃপর

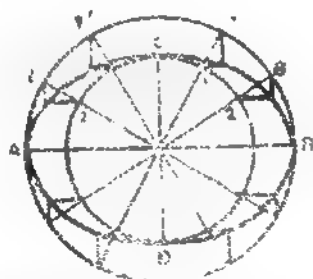
C বিন্দু থেকে AB বাহুর উপর ১.১৫ চিত্র অনুযায়ী একটি বৃত্তচাপ অঙ্কন করা হয় এবং উহা AB বাহুর উপর F, F' বিন্দুতে ছেদ করে। এখন FO বাহুকে



চিত্র ১.১৫ : বৃত্তচাপকে ছেদ করে একটি উপবৃত্ত অঙ্কন।

১, ২, ৩ ভাগে বিভক্ত করা হয়। অতঃপর F ও F' বিন্দুদ্বয়কে কেন্দ্র করে BI ব্যাসার্ধ নিয়ে AB বাহুর উভয় পার্শ্বে চারটি বৃত্তচাপ অঙ্কন করা হয়। আবার A1 এর সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একই কেন্দ্রবিন্দু থেকে চারটি বৃত্তচাপ একে a বিন্দুসমূহ ছেদ করানো হয়। এভাবে F ও F' বিন্দুকে কেন্দ্র করে যথাক্রমে B2 এবং B3 এর সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে আরও চার যোগ চার মোট আটটি বৃত্তচাপ অঁকা হয়। আবার A1 ও A3 এর পরিমাপে আরও চার যোগ চার আটটি বৃত্তচাপ একে b ও C বিন্দুসমূহে ছেদ করানো হয়। অতঃপর a, b, c ছেদক বিন্দুসমূহ থেকে ACBDA পর্যন্ত বাড়ানো হলে তা একটি উপবৃত্ত হবে।

চতুর্থ প্রক্রিয়া : এই প্রক্রিয়ার দুটি অক্ষ AB ও CD কে O বিন্দুতে সম-কোণে ছেদ করানোর পর O বিন্দু থেকে অক্ষদ্বয়ের পরিমাপ অনুযায়ী দুটি বৃত্ত অঙ্কন করা হয়। ১.১৬ চিত্র অনুসারে বৃত্তদ্বয়কে উহাদের কেন্দ্র থেকে মোট ১০ ভাগে ভাগ করা হয়। অতঃপর 1', 2' এবং 1, 2 থেকে চিত্র অনুসারে AB



চিত্র ১.১৬ : দুটি কেন্দ্রীভূত বৃত্তের দ্বারা একটি উপবৃত্ত অঙ্কন।

এ CD এর সমান্তরাল করে  $2 \times 1 = ১৬$ টি রেখা টানা হয়। এই রেখাসমূহের ছেদক বিন্দু যোগ করে রেখা টানলেই একটি উপবৃত্ত হবে।

## স্কেল (Scale)

অঙ্কন কাজের সুবিধার্থে অথবা যে কোন পরিমাপের জন্য যে পরিমাণ কণ্টী, মিমি, সেন্টিমিটার বা মাধ্যম ব্যবহার করা হয়, উহাকেই স্কেল বলে। কারিগরি অঙ্কন শাখায় চার প্রকার স্কেলের ব্যবহার দেখা যায়। যেমন:

(ক) সরল স্কেল (Plain or simple scale) : এই স্কেলে ইঞ্চি, ফুট এবং মিলিমিটার, সেন্টিমিটার প্রভৃতি যে কোন দুটি পরিমাপ ছোট ও বড় লাইন দ্বারা লিপিবদ্ধ থাকে।

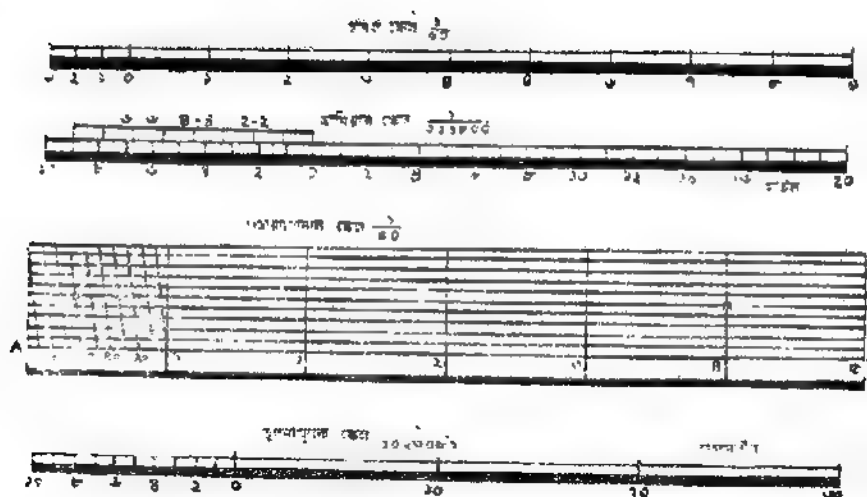
(খ) ভার্নিয়র স্কেল (Vernier scale) : এই স্কেলে ফার্নিং, মাইল এবং সেন্টিমিটার, মিটার, কিলোমিটার প্রভৃতি পরিমাপ লিপিবদ্ধ থাকে। এতে একটি বৃহৎ স্কেলের সংলগ্ন উপরের দিকে একটি ছোট স্কেল ব্যবহৃত হয়, যার সমস্ত ভাগ্যংশই পরিমাপ নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়।

(গ) ডায়াগোনাল স্কেল (Diagonal scale) : এতে মিলিমিটার, সেন্টিমিটার এবং ইঞ্চি, ফুট, গজ প্রভৃতি পরিমাপ লিপিবদ্ধ থাকে এবং ছোট পরিমাপ গ্রহণ করতে আড়াআড়ি ও সমান্তরাল রেখার সেকশন ব্যবহার করা হয়। মৌলিক পদ্ধতির স্কেল হিসেবে এই স্কেলের ব্যবহার সর্বাধিক।

(ঘ) তুলনামূলক স্কেল (Comparative scale) : ইহা দেশীয় পরিমাপের সঙ্গে বিদেশী পরিমাপ তুলনার কাজে ব্যবহৃত হয়।

অন্যান্য দেশে পূর্বাগত সাধারণ স্কেলের ব্যবহার সর্বাধিক। তবে, গত ১৯৫০ সালের ধুম থেকে ভাস্কর্য এবং বায়বাহিক ক্ষেত্রে মেট্রিক পরিমাপ চালু হওয়ায় এই স্কেল ব্যবহার কমে যাচ্ছে। তাই, অদূর ভবিষ্যতে আমাদেরকে সাধারণ স্কেলের পরিবর্তে মেট্রিক বা ডায়াগোনাল স্কেলের উপরই নির্ভর করতে হবে। ১:১৭ চিত্রে সাধারণ, ভার্নিয়র, ডায়াগোনাল এবং তুলনামূলক স্কেলের একটি করে নমুনা দেখানো হয়েছে। উক্ত স্কেলে নির্দিষ্ট পরিমাপ সহজে পাওয়া যায়।





১.১ : ১.১ : সাধারণ, ত্রিমাত্রিক, ভলিউমিক এবং তুলনামূলক স্কেলের নমুনা  
সংজ্ঞাভিত্তিক স্কেলের সাহায্যে পরিমাপ দেখানো হয়েছে।

পরিমাপের তুলনা ও পরিবর্তনের সুবিধার্থে নিম্নে মেট্রিক পদ্ধতির পরিমাপের  
সংজ্ঞা সাধারণ স্কেলের পরিমাপের তুলনামূলক তালিকা দেখানো হয়েছে।

১০ মিলিমিটার (mm.)	১ সেন্টিমিটার (cm)	= ০.৩৯৩৭
১০ সেন্টিমিটার (cm)	১ ডেসিমিটার (dm)	= ০.৩৯৩৭
১০ ডেসিমিটার (dm)	১ মিটার (m)	= ০.৩৯৩৭
১ মিটার (m)	১ ডেকামিটার (dam)	
১০ ডেকামিটার (dam)	১ হেকটোমিটার (hm)	
১০ হেকটোমিটার (hm)	১ কিলোমিটার (km)	= ০.৩৯৩৭ মাইল
১০ কিলোমিটার (km)	১ মিলিয়ামিটার (mm)	

কিন্তু,

১ মিটার (m)	= ১,০০০ মিলিমিটার (mm),
১ কিলোমিটার (km)	= ১,০০০ মিটার (m),
১ ইঞ্চি	= ২৫.৪ মিলিমিটার (mm) = ১.৫৮ সেন্টিমিটার
১ গজ	= ০.৯১৪৪ মিটার (m),
১ মাইল	= ১.৬০৯৩ কিলোমিটার (km)।

ক্ষেত্রের নির্দেশক ভগ্নাংশ (Representative fraction or R. f. of Scale).

বস্তুর আকার ছোট হলে উহাকে পূর্ণ মাপে অঙ্কন করা যায়। কিন্তু বহুটি, কঠি, স্কেড, জমি ইত্যাদি কাগজের তুলনায় অনেক বড় বস্তু এগুলি পূর্ণ মাপে অঙ্কন করা সম্ভব নয়। প্রয়োজন বা সুবিধানুযায়ী ইহাদের পরিমাপকে একটি নির্দিষ্ট হারে কমিয়ে অঙ্কন করতে হয়। কোন কোন স্থলে কুছ ও ফুটের দ্বারা প্রত্যেককে উদ্ভিন্নরূপে বুঝানোর জন্য ইহাদেরকে বড় করেও অঙ্কন করার প্রয়োজন হয়। বস্তুর প্রকৃত পরিমাপের তুলনায় অঙ্কনে ছোট, বড় বা পূর্ণমাপে অঙ্কন করার হার বা অনুপাতকে কার্যক্ষেত্রে ক্ষেত্রের নির্দেশক ভগ্নাংশ বলে।

$$\text{স্থানাংক, দূর. এক. (R. F.)} = \frac{\text{অঙ্কিত রেখার দৈর্ঘ্য}}{\text{বস্তুর প্রকৃত দৈর্ঘ্য}}$$

উদাহরণস্বরূপ : একটি বস্তুর প্রকৃত দৈর্ঘ্য ৬০ মিলিমিটার। অঙ্কনে ইহার ১০ মিঃ মিঃ দীর্ঘ রেখা দ্বারা নির্দেশ করা হলে ইহার—

$$\text{R. f.} = \frac{১০ \text{ মিঃ মিঃ}}{৬০ \text{ মিঃ মিঃ}} = ১:৬ \text{ হারে}$$

এখানে, নকশার বস্তুর পরিমাপ প্রকৃত পরিমাপের চেয়ে  $\frac{১}{৬}$  ভাগ কমান বোঝা যায়।

### ক্ষেত্রের অনুপাত

ক্ষেত্র ফুল (পূর্ণ) সাইজ = ১ : ১

ক্ষেত্র হাক (অর্ধ) " = ১ : ২

ক্ষেত্র কোয়ার্টার (এক-চতুর্থাংশ) সাইজ = ১ : ৪

ক্ষেত্র ওরান-এইট (এক-অষ্টমাংশ) সাইজ = ১ : ৮

ক্ষেত্র টোয়াইস (দ্বিগুণ) ফুল সাইজ = ২ : ১

ক্ষেত্র ফোর টাইম্‌স (চতুর্গুণ) ফুল সাইজ = ৪ : ১

### সরল স্কেল অঙ্কন প্রক্রিয়া

#### উদাহরণ-১

১ ই ইঞ্চি দ্বারা ১ ফুট নির্দেশ করে ইঞ্চি ও ফুটের সমন্বয়ে এমন একটি স্কেল বা সারাবর্ণ স্কেল অঙ্কন কর, যা থেকে ৪ ফুট পর্যন্ত দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা সম্ভব হয়। উপরন্তু, এতে ২ ফুট ৬ ইঞ্চি দৈর্ঘ্য দেখাও।

উত্তর : প্রথমে ফেলটির R. F. নির্ণয় করি।

$$\text{এতে R. F.} = \frac{১৬ \text{ ইঞ্চি}}{১২ \text{ ইঞ্চি}} = \frac{৪}{৩} \text{ ইঞ্চি হলো। এখন বের করি।}$$

$$\begin{aligned} \text{ফেল-অঙ্কনে রেখার দৈর্ঘ্য} &= \text{R. F.} \times \text{ফেলে পরিমাপের সর্বাধিক দৈর্ঘ্য} \\ &= \frac{৪}{৩} \times ৪ = \frac{১৬}{৩} \times ৪ \times ১২ = ১৬ \text{ ইঞ্চি} \end{aligned}$$



চিত্র ১.১৮ : একটি সরল ফেল অঙ্কন ও পরিমাপ প্রদর্শন।

এবং ১ : ১৮ চিত্রানুযায়ী একটি ৬ ইঞ্চি সরলরেখা এবং তার উপরে বর্ষাক্রমে  $\frac{১}{৪}$  ও  $\frac{১}{৮}$  ইঞ্চি দূরত্বে আরও দুটি রেখা আঁকি। যেহেতু, এই ফেলের সর্বাধিক পরিমাপযোগ্য দৈর্ঘ্য ৪ ফুট, তাই উক্ত রেখাদ্বয়কে সমান চারভাগে বিভক্ত করি এবং প্রথম ভাগকে আবার সমান ৪টি অংশে বিভক্ত করি, অতঃপর এই চারটি অংশকে আবার তিনভাগে ভাগ করি। চিত্রানুযায়ী ফুট নির্দেশের জন্য ফেলের নিচের দিকে ০, ১, ২ এবং ৩ সংখ্যাগুলি লিখি। এতে ইঞ্চি প্রদর্শনের জন্য ফেলের বিপরীত দিকে অবস্থিত ০ থেকে ছোট ঘরগুলি বড়টোতে ৩, ৬, ৯ এবং ১২ লিপিবদ্ধ করি। এখন, ফেলটি অঙ্কিত হলো এবং ২ ফুট ৬ ইঞ্চি পরিমাপ নির্দেশের জন্য ফুট-এবং ২ এবং ইঞ্চি-এবং ৬ চিহ্নিত বাগের উপরে তারা চিহ্ন (star mark) আঁকে দেখি।

### উদাহরণ-২

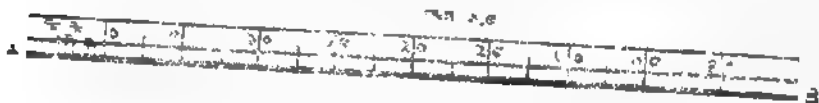
∴ বিবিনিতির বাস ৫ সেন্টিমিটার নির্দেশ করে এখন একটি সরল ফেল অঙ্কন কর, যাতে মিলিমিটার ও সেন্টিমিটার উভয় পরিমাপই দেখানো যায় এবং এতে ৪০ সেন্টিমিটার ২০ মিলিমিটার পরিমাপ নির্দেশ কর।

$$\text{উত্তর : আমরা জানি, R. F.} = \frac{১০ \text{ মি: মি:}}{৫ \times ১০ \text{ মি: মি:}} = \frac{১}{৫}$$

এখন ফেল অঙ্কনের রেখার দৈর্ঘ্য = R. F.  $\times$  ফেলে পরিমাপের সর্বাধিক দৈর্ঘ্য (পূর্ণমানের সমতুল্য) =  $\frac{১}{৫} \times ৪০ = ৮$  সে: মি: (এখানে ফেলের সর্বাধিক দৈর্ঘ্য ৪০ সে. মি: ধরা হলো)। এখন ১.১৮ চিত্র অনুযায়ী ৮ সে: মি: লম্বা একটি

প্রকরণ, কতিত ও কেচিং নকশা অঙ্কন

সদস্যবর্গ নানি। উহার উপরের দিকে যথাক্রমে ১৫' এবং ১৫' দূরত্ব দাখিল  
করি এবং উহাকে সমান ৯ ভাগে বিভক্ত করি। এরপর প্রতি



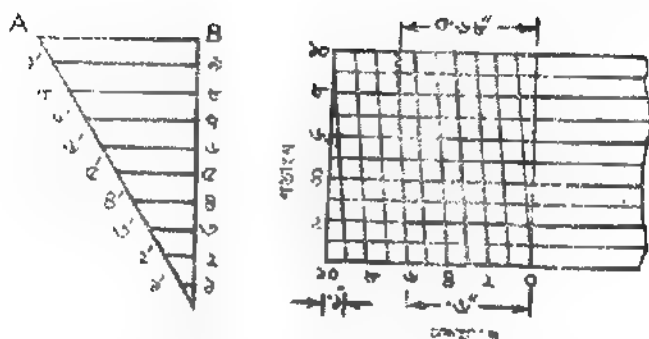
চিত্র ১.১৯ : একটি মেট্রিক স্কেল স্কেল অঙ্কন ও পরিমাপ প্রদর্শন

ভাগে ৩, ৫, ১০, ১৫, ২০, ২৫, ৩০, ৩৫, ৪০, ৪৫ প্রভৃতি লিখে চিত্র  
করে। স্কেলটিকে AB নাম দেই। এখন AO কে আবার ১০ ভাগে ভাগ করে  
উক্ত ভাগে মিনিমিটার লিখি।

এখন O এর পরবর্তী ঘরগুলি সমান ২ অংশে বিভক্ত করি। এই ১  
অংশে ইন্টিগ্রেট স্কেল স্কেল অঙ্কিত হনো। এরপর মিনিমিটার উল্লিখিত O এর  
বামদিকের চতুর্থ দাগের উপরে একটি ভারকা-চিহ্ন এবং ৪০ সেন্টিমিটার উল্লিখিত  
দাগের উপরে অপর একটি ভারকা-চিহ্ন দিই। এতে ৪০ সেন্টিমিটার ২০ সেন্টিমিটার  
দৈর্ঘ্য পরিমাপ নির্দেশিত হনো।

### কর্ণ বা ডায়াগোনাল স্কেল অঙ্কন প্রক্রিয়া

এই স্কেলে হাক্সি, কুট অথবা মিটার যাই নির্দেশিত হোক না কেন, ইহা প্রথম  
প্রত্যেক স্কেট সংখ্যার ভাগাংশ মোতাবেক সেই সংখ্যার কর্ণ টানা হয় এবং তখন  
প্রত্যেক দিকে সমান ১০ অংশে বিভক্ত করা হয়। সে হিসেবে কুট ডায়াগোনাল  
স্কেলের বামপার্শ্বের প্রথম ভাগকে সমান ১২ ভাগে (যেহেতু ১২ ইঞ্চিতে ১ ফুট),  
সেই ডায়াগোনাল স্কেলের প্রথম ভাগকে সমান ৩ অংশে (যেহেতু ৩ ফুটে ১ গজ,  
এবং সেন্টিমিটার ডায়াগোনাল স্কেলের প্রথম ভাগকে সমান ১০ অংশে (যেহেতু  
১০ সেন্টিমিটারে ১ সেন্টিমিটার) বিভক্ত করা হয়। অতঃপর এই স্কেলের প্রত্যেক  
প্রত্যেক ভাগাংশের বিদ্যুৎ পর্যন্ত কর্ণ বা ডায়াগোনাল রেখা অঙ্কন করিতে  
হয়। এতে স্কেলের ১০ বা ১২টি সমান্তরাল রেখার প্রত্যেকটির ছেনক বিদ্যুৎ  
অন্যকটি বিভক্ত রেখা উৎপন্ন হয়, ফলে এই অংশে কুট, গজ, সেন্টিমিটার প্রভৃতির  
বহুতর ১২, ৩, ১০ প্রভৃতির চেয়ে দায়ও ১০ গুণ করে বেশি ভাগাংশের কুট  
পরিমাপ অঙ্কন করা সম্ভবপর হয়। ১.২০ চিত্রে একটি ডায়াগোনাল স্কেলের প্রথম  
ভাগ AB অংশের ১০টি ভাগ এবং দশাংশের এক ভাগকে ডায়াগোনাল স্কেল  
এই প্রতিবিজ্ঞ ভাগাংশ পরিমাপ অঙ্কন প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১.২০ : একটি ডায়াগোনাল কেনে ভাগ্য পৰিমাণ অঙ্কন।

চিত্রানুযায়ী, যেনে বসি, AB এর দৈর্ঘ্য ০.১ ইঞ্চি, তাহলে ১'-২' রেখার দৈর্ঘ্য ০.০১ ইঞ্চি, অর্থাৎ ০.১ ইঞ্চি ১ ইঞ্চির দশমাংশ এবং ০.০১ ইঞ্চি ১ ইঞ্চির শতাংশ। সুতরাং ৩'-৬' রেখার দৈর্ঘ্য = ০.০৬ ইঞ্চি, ৯'-৯' রেখার দৈর্ঘ্য = ০.০৯ ইঞ্চি। কর্ণ বা ডায়াগোনাল কেনে ভাই পূর্ণ, দশমাংশ এবং শতাংশ এই তিন প্রকার বাণ পাওয়া সম্ভব হয়। উদাহরণস্বরূপ, চিত্রে এই কেনে দ্বারা ০.৬৮" ইঞ্চি পরিমাপ গ্রহণ করা সম্ভব হয়েছে।

### উদাহরণ-৩

এমন একটি ডায়াগোনাল কেনে অঙ্কন কর, যাতে গজ, ফুট, এবং ইঞ্চি দেখিয়ে ১' = ১ গজ ধরে নেওয়া হবে, যা থেকে ৬ গজ পর্যন্ত দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা সম্ভব হয় এবং এতে ৪ গজ ২ ফুট ৪ ইঞ্চি দৈর্ঘ্য দেখাতে হবে।

$$\text{উত্তর : কেনেটির R. F.} = \frac{১ \text{ ইঞ্চি}}{১ \text{ গজ}} = \frac{১ \text{ ইঞ্চি}}{৩৬ \text{ ইঞ্চি}} = \frac{১}{৩৬}$$

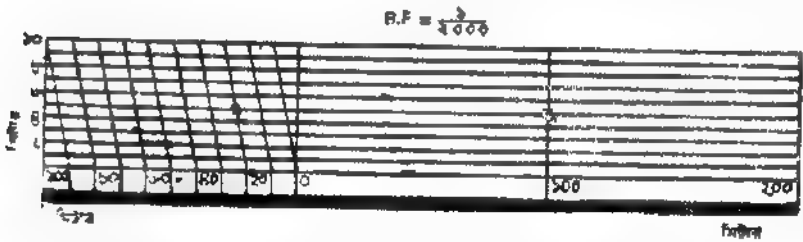
এখন R.F. × সর্বাধিক দৈর্ঘ্য

$$\begin{aligned} &= \frac{১}{৩৬} \times ৬ \text{ গজ} \\ &= \frac{১}{৩৬} \times ৬ \times ৩ \times ১২ \\ &= ৬ \text{ ইঞ্চি} \end{aligned}$$

সুতরাং ৬ ইঞ্চি দীর্ঘ AB রেখা টানি এবং ইহা থেকে নীচের দিকে ১ ফুট ৪ ইঞ্চি ও ১ ইঞ্চি রেখা টেনে নিচের রেখা দুটিকে কানো বং করে দেই। এরপর বেখার উপরে



০, ১০০, ২০০ মিটার লিখে বিভক্ত অংশ চিহ্নিত করি। এখন, এই রেখার নিচের দিক যথাক্রমে  $\frac{1}{4}$  ইঞ্চি ও  $\frac{1}{8}$  ইঞ্চি দূরত্বে দুটি লাইন টেনে নিচের লাইনযুগ্মকে



চিত্র ১.২২ : একটি ডায়ামোনাল স্কেন অঙ্কন ও পরিমাপ চিহ্নিতকরণ।

কাপশ করে দেই। অতঃপর রেখাটির উপরের দিক ১ ইঞ্চি উচ্চতার রেখা পর্যন্ত পরপর ১০টি রেখা টানি (সমান দূরত্বে) এবং AO রেখাংশকে সমান ১০ অংশে বিভক্ত করি। এখন এই ভাগাংশের প্রত্যেক ঘর ১০ মিটার নির্দেশিত হবে এবং এতে ২০, ৪০, ৬০, ৮০, ১০০ সংখ্যা লিপিবদ্ধ করি।

এখন, স্কেনটির বামপার্শ্ব থেকে এই ক্ষুদ্রাংশসমূহের প্রত্যেক বিকুর উপর একই সমান্তরালে পরপর ১০টি কর্ণ বা ডায়ামোনাল রেখা টানি। এই রেখাসমূহ ১০ মিটারকে ১০টি ভাগে ভাগ করেছে।

তাহলে অঙ্কিত এই স্কেনই উল্লিখিত ডায়ামোনাল স্কেন অঙ্কিত হলো। এখন ইচ্ছা স্কেনে ১২৫ মিটার লিপিবদ্ধ করতে হলে O থেকে বামপার্শ্ব বড় দুই বর্গ এসে ডায়ামোনাল রেখা ধরে উঠতে থাকি এবং সমান্তরাল রেখা ও ডায়ামোনাল রেখাযুগ্মের ৫ম ছেদকে তারকা-চিহ্ন আঁকি এবং সেই বিন্দুকে ১০০ মিটারের বাড়া লাইনের ৫ম ছেদকে তারকা-চিহ্ন দেই।

### নকশা (View)

অঙ্কন কার্যক্ষেত্রে কোন বস্তু অথবা বস্তুটির চিত্রায়িত দৃশ্যকে নকশা বুলে। কোন প্রাণী, গাছপালা প্রভৃতি কোন কার্যক্ষেত্রে অঙ্কন করলে অথবা ছবি তুললে সেক্ষেত্রে নকশা বুলে। কিন্তু, উদ্দেশ্যমূলকভাবে কোন বস্তু, যন্ত্র, শালাগোষ্ঠী প্রভৃতি পরিমাপনরত হখন অঙ্কন কার্যক্ষেত্রে অঙ্কন করা হয়, তখন উহাকে নকশা বা নকশাবি অঙ্কন বলা হয়। দেশ্যের নির্দিষ্ট পরিমাপ থাকতেও পারে, আবার

নাও থাকতে পারে; কিন্তু, নকশা অঙ্কনের অবশ্যই পরিমাপ থাকতে হবে; যা কার্যকরী দৃশ্য বা অঙ্কন হিসেবেও খ্যাত।

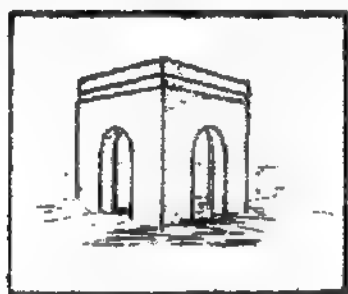
### পিকটোরিয়াল অঙ্কন (Pictorial drawing)

যখন কোন বস্তুর সামনে কৌণিকভাবে দাঁড়িয়ে বিভিন্ন উচ্চতা ও কোণ থেকে লক্ষ্য করলে উহার যে সকল নকশা বা দৃশ্য পরিলক্ষিত হয়, উহাকে পিকটোরিয়াল অঙ্কন বলা হয়। পিকটোরিয়াল অঙ্কনকে সাধারণত চারটি শ্রেণীতে ভাগে করা হয়, যেমন :

- (ক) ভূমি থেকে পার্সপেকটিভ অঙ্কন (Perspective from ground),
- (খ) উপর থেকে পার্সপেকটিভ অঙ্কন (Perspective from above)
- (গ) আইসোমেট্রিক অঙ্কন (Isometric drawing),
- (ঘ) অবলিক অঙ্কন (Oblique drawing)।

এই সকল পিকটোরিয়াল অঙ্কন সম্বন্ধে নিম্নে বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হয়েছে।

(ক) ভূমি থেকে পার্সপেকটিভ অঙ্কন : কোন একটি ঊঁচু বস্তুর সামনে দাঁড়িয়ে ভূমি থেকে উত্তর দিকে কৌণিকভাবে তাকালে যে দৃশ্য বা নকশা পরিলক্ষিত হয়, উহাকেই 'ভূমি থেকে পার্সপেকটিভ অঙ্কন' বলা হয়। এই নকশার বস্তুটির সামনের অংশটা অপেক্ষাকৃত বড় এবং উত্তর পার্শ্বের কর্ণগুলি ছোট দেখা যায়।



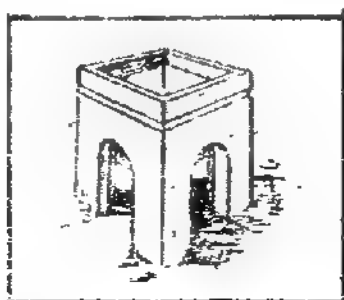
চিত্র ১.২৩ : একটি দালানের ভূমি থেকে পার্সপেকটিভ নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া।

১.২৩ চিত্রে একটি দালানের ভূমি থেকে পার্সপেকটিভ নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে। এই নকশাতে সামনের কর্ণটি বড় দেখা যায় বলে ইহা



বিপরীত দিকের কর্ণ দুটিগোচর হয় না, কলে উঠা অঙ্কনে উল্লিখ থাকে না, শুধুমাত্র তিনটি কর্ণই দেখা যায়।

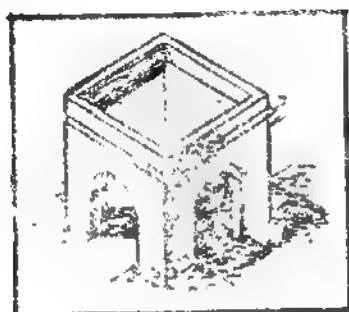
(খ) উপর থেকে পার্সপেকটিভ অঙ্কন : ভূমির উপর থেকে কোন একটি বস্তুকে কোণিকভাবে নকশা করলে যে দৃশ্য বা নকশা পরিলক্ষিত হয়, উহাকে ‘উপর থেকে পার্সপেকটিভ অঙ্কন’ বলা হয়। এই অঙ্কনেও বস্তুর সামনের কর্ণটি অন্য কর্ণ অপেক্ষা বড় দেখায় এবং বিপরীত পার্শ্বের কর্ণটির উপস্থান ‘দশম পট’



চিত্র ১.২৪ : ভূমির উপর থেকে একটি দালানের পার্সপেকটিভ অঙ্কন প্রক্রিয়া।

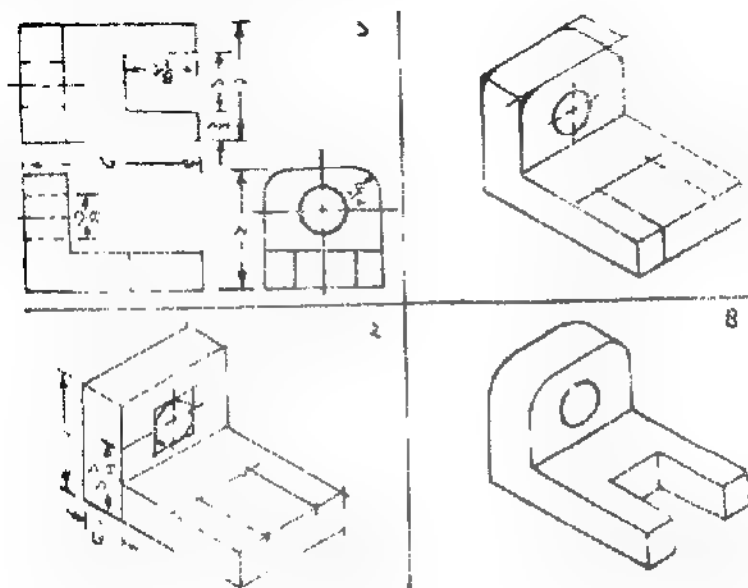
থাকে বলে আংশিক ছোট দেখায়। ১.২৪ চিত্রে ভূমির উপর থেকে একটি দালানের পার্সপেকটিভ অঙ্কন প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে। এই অঙ্কনে দালানটির উপর বা নিচের কর্ণের কোণের পরিমাপও ভিন্ন পরিমাপে পরিলক্ষিত হয়।

(গ) আইসোমেট্রিক অঙ্কন : কোন বস্তুর সামনের কোনায় মীড়িরে উভয় পার্শ্ব ৩০° বা ৪৫° কোণ উৎপন্ন করে থাকলে যে দৃশ্য পরিলক্ষিত হয়, সেই দৃশ্যের অঙ্কনকে আইসোমেট্রিক অঙ্কন বলা হয়। ইঞ্জিনিয়ারিং অঙ্কনের ক্ষেত্রে এইরূপ অঙ্কনের প্রয়োগ সর্বাধিক। কোন বস্তু সম্পর্কে প্রাথমিকভাবে বুঝাতে গেলে এই অঙ্কনের প্রয়োজন হয়। ১.২৫ চিত্রে একটি দালানের আইসোমেট্রিক অঙ্কন প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে। এই নকশায় বস্তুর প্রত্যেক পার্শ্বের পরিমাপে একটিল সঙ্গে অপবর্তিত মিল থাকে। তাহলে উক্ত বস্তুর কৌশিক বা আইসোমেট্রিক নকশা অঙ্কন করতে খর সুবিধা হয়।



চিত্র ১.২৫ : একটি লম্বাকার আইসোমেট্রিক নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া।

এই নকশা অঙ্কন করতে ভূমির সঙ্গে একটি বাঁড়া রেখা বা লাইন অঙ্কন করে, সেই ছেদক বিন্দু থেকে  $30^\circ$  বা  $45^\circ$  কোণ করে হালকা বা পোডেকশন রেখা টানা হয়। অপর লাইনের বাম পার্শ্ব সম্মুখ ও ডান পার্শ্ব পার্শ্ব দিকটা বেখে বস্তুটির দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চত্বের পরিমাপ অনুযায়ী নকশাটির অঙ্কন কার্টি-সম্পাদন করা হয়।

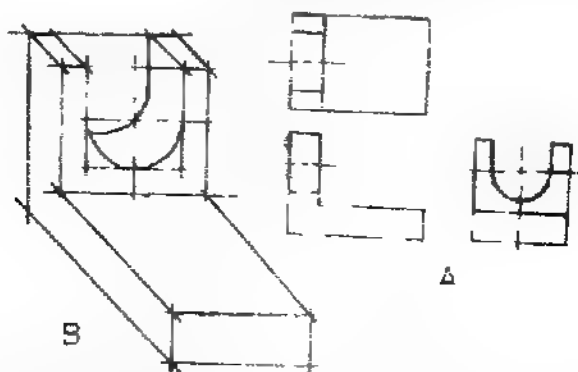


চিত্র ১.২৬ : একটি বস্তু তিনটি নকশা থেকে আইসোমেট্রিক নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া

বস্তুর আইসোমেট্রিক নকশা শাৰাবল্লভ তিনটি বা চারটি পার্শ্ব নকশার সমন্বয়ে গঠিত হয়, যেমন :

- (অ) উপরের নকশা বা প্ল্যান (Top view or plan),
- (আ) সামনের নকশা (Front view), এবং
- (ই) পার্শ্ব নকশা (Side view)।

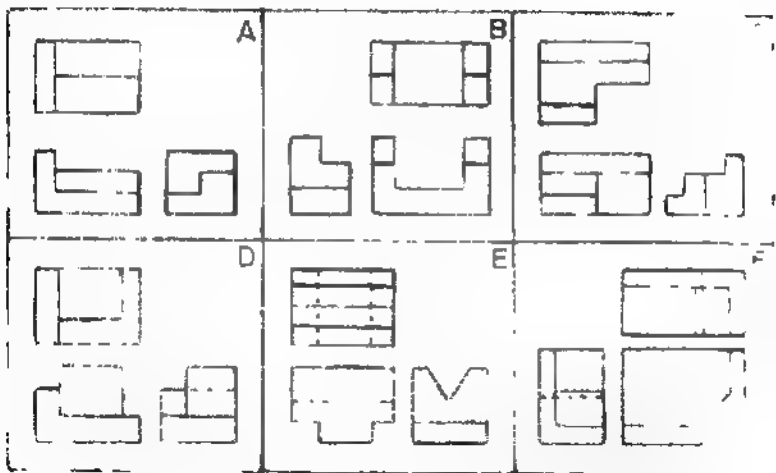
বস্তুর পার্শ্ব নকশা বলতে সাধারণত ডান পার্শ্বের নকশাকেই বুঝায়। সুতরাং একটি বস্তুর আইসোমেট্রিক নকশা থেকে উপরিউক্ত তিনটি নকশা উৎপন্ন হয় এবং এই তিনটি নকশা থেকে আইসোমেট্রিক নকশা উৎপন্ন হয়। ১.২৬ চিত্রে একটি বস্তুর তিনটি নকশা থেকে আইসোমেট্রিক নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া দেখানো



চিত্র ১.২৭ : একটি ইরোক গ্র্যাকিটেন আইসোমেট্রিক অঙ্কন থেকে তিনটি নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া।

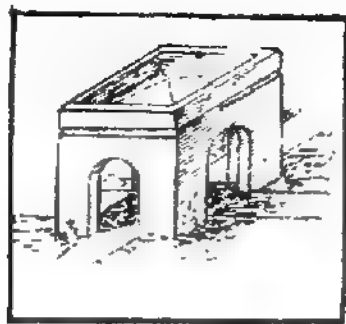
হয়েছে। আবার ১.২৭ চিত্রে একটি বস্তুর আইসোমেট্রিক অঙ্কন থেকে তিনটি নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে। তবে, এইসম্পর্কে যে নকশাটি অঙ্কন করা হোক মূল নকশাকে অনুসরণ করে প্রথমতঃ খালি হাতের সাহায্যে হালকাভাবে কেঁচ করা হয়, অতঃপর উহার উপর HB পেন্সিলের সাহায্যে অঙ্কন কার্য সমাধা করতে হয়। এই নকশাগুলি অঙ্কন করতে কেন্দ্রবিশেষে নির্দিষ্ট পরিমাপ উল্লেখ করতে হয়।

১.২৮ চিত্রে পিকটোরিয়াল নকশা অঙ্কনের জন্য A, B, C, D, E, F, G-এ ছয়টি নকশার সেট (তিনটি করে প্রতিটি) দেয়া হলো; উক্ত নকশা অনুযায়ী তির তির ভাবে ছয়টি আইসোমেট্রিক বা পিকটোরিয়াল নকশা অঙ্কন করতে হবে। প্রয়োজনানুযায়ী উক্ত নকশাতে পরিমাপ উল্লেখ করে পিকটোরিয়াল নকশা অঙ্কন করা হয়।



চিত্র ১.২৮ : দুইটি পিকটোব্রান নকশা অঙ্কনের জন্য ছয় সেট অর্কোথ্রাক্স নকশা (ভিন্নটি করে প্রতিটি)।

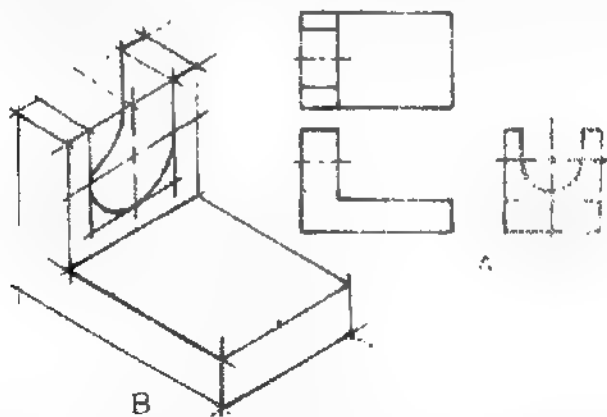
১.২৯ অবলিক অঙ্কন : এই অঙ্কনে বস্তুর সামনের নকশা বা দৃশ্য স্বেচ্ছায়িক বা খাতিয়াবে এবং উহার ডানদিকের পার্শ্বদেখ  $৩০^\circ$  বা  $৪৫^\circ$  কোণে অবস্থান



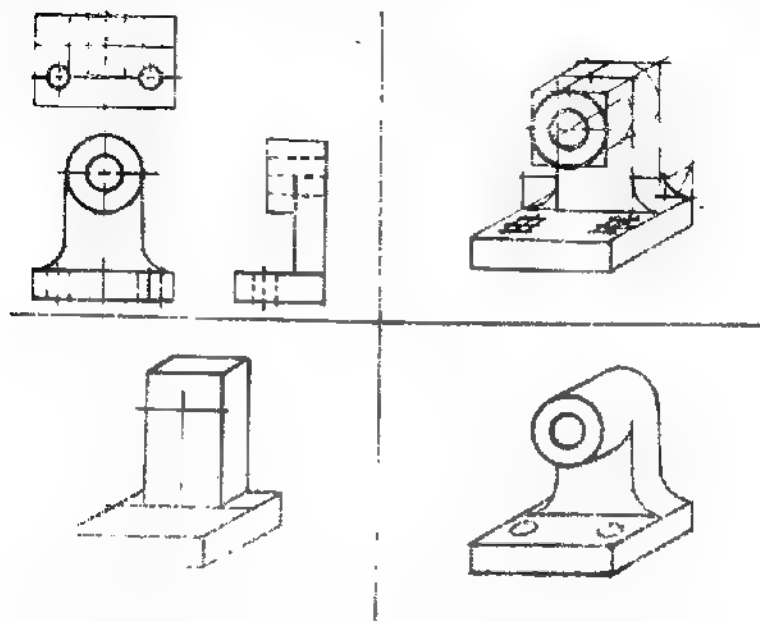
চিত্র ১.২৯ : একটি মালানের অবলিক নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া।

করে। ১.২৯ চিত্রে একটি মালানের অবলিক বা এক-কৌণিক নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে। এই নকশাকে এক-কৌণিকভাবে দেখানো হলে বস্তু উহার উপরের অংশ দৃশ্যমান হয়, যার কৌণিক দূরত্বের পরিমাণ উক্ত অঙ্কনে ভিন্ন হয়।

এই অঙ্কন দেখতে অনেকটা আইসোমেট্রিক অঙ্কনের মতই, শুধু ব্যতিক্রম হলো, আইসোমেট্রিক অঙ্কনের উভয় দিকে কোণিক দৃশ্য থাকে, কিন্তু অবলিক



চিত্র - ১০ : একটি ইয়োক ব্যাকটের অবলিক অঙ্কন ও উহার তিনটি নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া ।



চিত্র : ১১ : একটি ক্রয়ারিং-এর তিনটি নকশা থেকে উহার অবলিক নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া ।

অঙ্কনে একটিমাত্র কোণিক দূরত্ব থাকে। অপরদিকে আইসোমেট্রিক অঙ্কনে তিনটি নকশার মধ্যে অবলম্বিত অঙ্কনের তিনটি নকশার পুরোপুরি নিম্নলিখিত ১.৩০ চিত্রে একটি বস্তুর (ইয়োক ব্রাকেট) অবলম্বিত অঙ্কন ও উহার তিনটি নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে। আইসোমেট্রিক অঙ্কনের ক্ষেত্রে এই অঙ্কনের তিনটি নকশা থেকে একটি অবলম্বিত এবং অবলম্বিত থেকে তিনটি নকশা অঙ্কন করা যায়। ক্ষেত্রবিশেষে তিনটি নকশা থেকে একটি অবলম্বিত নকশা করতে জটিল নকশার ক্ষেত্রে খানিশাতে একাধিক নকশা অঙ্কন করার পর মূল নকশা প্রস্তুত করা হয়।

১.৩১ চিত্রে নির্দিষ্ট পরিমাপের তিনটি নকশা থেকে একটি অবলম্বিত নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে। অবলম্বিত নকশার প্রোজেকশন ইলিপ্স বা বর্গাকৃতির ক্ষেত্রে ইলিপ্স বা উপবৃত্ত প্রকৃতির দৃশ্য যায়।

### প্রক্ষেপকণ নকশা অঙ্কন (Projection drawing)

প্রক্ষেপকণ বা হাল্কা রেখার সমন্বয়ে যে নকশা অঙ্কন করা হয়, উহা প্রক্ষেপকণ নকশা বা প্রোজেকশন অঙ্কন বলে। কৌণিক, পার্শ্বপক্ষীয়, আইসোমেট্রিক প্রভৃতি নকশায় বস্তুর সকল অংশের লম্ব দৃশ্যমান হয় না। সেজন্য কোন বস্তু বা বস্তাদিগ্ন মূল আকৃতির সকল অংশ দেখার জন্য প্রোজেকশন অঙ্কনের প্রয়োজন হয়। যস্তাদির প্রকৃতকারকগণ এই নকশা অধিক দীর্ঘ ব্যবহার করে থাকেন। সম্ভাবন প্রকৃতিনিয়মিত অঙ্কনেও ইহার ব্যবহার অনান্য নকশা অপেক্ষা বেশি। এই শিল্পকাবখানাসমূহের যে প্রতিষ্ঠান যস্তাদি প্রস্তুতের ক্ষেত্রে উহার প্রক্ষেপকণ নকশাকে যতটুকু দায় দেয়, সেই প্রতিষ্ঠানের উন্নতি ততটুকুই সাধিত হয়।

কোন একটি নকশা থেকে অন্য একটি নকশা অঙ্কন করতে এবং উহা পরিমাপ দেখাতে প্রোজেকশন লাইন ব্যবহারের প্রয়োজন হয়। ১.৩২ চিত্রে প্রথম ও দ্বিতীয় বৃত্তের ব্যাসের পরিমাপ দেখানো হয়েছে। পূর্বেই বর্ণনা করা হয়েছে যে, কোন বস্তুকে হেলানো বা কোণিকভাবে দেখলে উহার আকৃতি পুরোপুরি সেইরূপ আকৃতিতে দেখায় না। সেজন্য এই নকশার দ্বিতীয়টির প্রথমটির বৃত্তকে ইলিপ্স আকৃতিতে দেখানো হয়েছে, কিন্তু উহার দৈর্ঘ্য টুকটাক আছে এবং  $30^\circ$  বা  $80^\circ$  কোণ করে অঙ্কন করার ইলিপ্স হেলানো অঙ্কন থাকে, ফলে উহার প্রস্থ দৈর্ঘ্যের চেয়ে কম দেখায়। প্রকৃতপক্ষে এই হেলানো বস্তুর পরিমাপ বৃত্তের ব্যাস বা ইলিপ্সের দৈর্ঘ্যের সমান। ব্যবহারের প্রকৃতি-মতে প্রোজেকশন অঙ্কনকে প্রধানতঃ চারটি শ্রেণীতে ভাগে করা হয়, যেমন :

(ক) অর্থোগ্রাফিক প্রক্ষেপকণন (Orthographic projection)। ইহা আবার দুই প্রকার:

(অ) তৃতীয় কোণের প্রক্ষেপকণন, ও

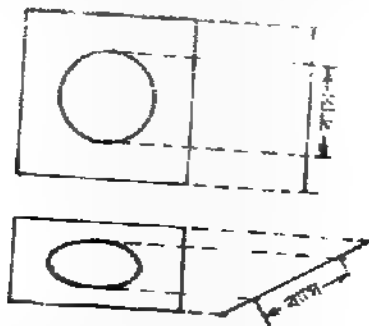
(আ) প্রথম কোণের প্রক্ষেপকণন;

(খ) আইসোমেট্রিক প্রক্ষেপকণন (Isometric projection),

(গ) অবলিক প্রক্ষেপকণন (Oblique projection),

(ঘ) সহজিয়ারী প্রক্ষেপকণন (Auxiliary projection)।

এই সকল প্রক্ষেপকণন সম্বন্ধে নিম্নে বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হয়েছে।

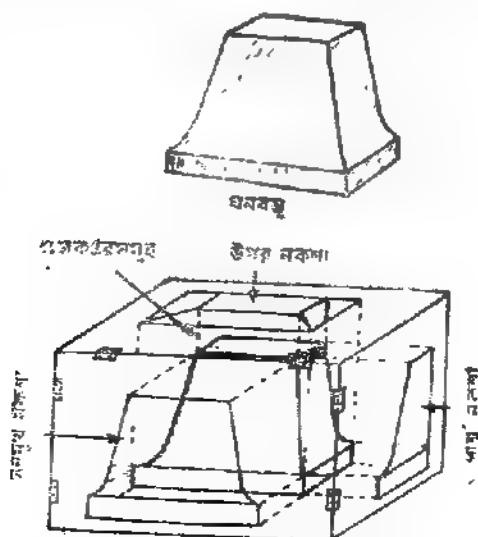


চিত্র ১.৩২ : প্রক্ষেপকণন বা অঙ্কন নষ্টনের মাধ্যমে বৃত্ত ও উপবৃত্ত অঙ্কনের পরিণাম প্রদর্শন।

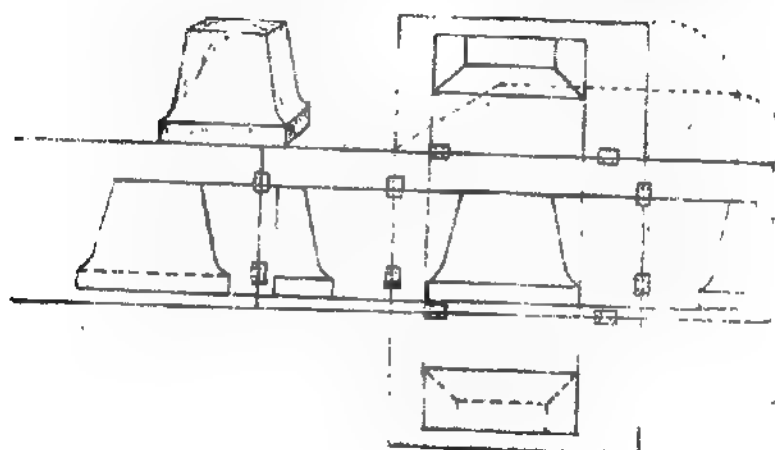
ক অর্থোগ্রাফিক প্রক্ষেপকণন : ইংরেজি শব্দ 'Ortho' মানে সোজা বা সমকোণে এবং 'graphic' মানে লেখা বা অঁকা। প্রক্ষেপকণন শব্দটি প্রাচীন গ্রীক শব্দ থেকে উদ্ভূত। একেতে 'pro' মানে সামনের দিকে এবং 'jacere' অর্থ নিক্ষেপ করা বা এগিয়ে নেয়া। সেভাবে বলা যায় যে, অর্থোগ্রাফিক প্রক্ষেপকণন বলতে 'সামনের দিকে নিক্ষেপ করে সমকোণে কিছু টানা বা অঙ্কন করা (thrown forward, drawn at right angle) বুঝায়।

তত্বাৎ, অর্থোগ্রাফিক প্রক্ষেপকণন বলতে এমন এক প্রকার অঙ্কন পদ্ধতি বুঝায়, যার সাহায্যে কোন সরলরেখার উপর একটি বস্তুর প্রকৃত আকৃতি বা স্ট্যান্ডার্ড লাইন বা ততোধিক সংখ্যক দৃশ্য বা নকশায় একটি অপরটির সঙ্গে সমকোণে অঙ্কন করে দেখানো যায়।

কোন একটি বস্তুর সম্পূর্ণ পরিমাপ ও আকৃতি বুঝিতে হলে উহার সর্বোচ্চ নকশার পাশে সেই বস্তুটির উপরের (top-view), সামনের (front-view) এবং ডান পার্শ্বের নকশা (right-side view) অঙ্কন করলেই চলে। কখন,



চিত্র ১.৩৩ : একটি ঘনবস্তুর অধিগোনেটিক এবং অর্থোগোনিক প্রক্ষেপণ নকশা।

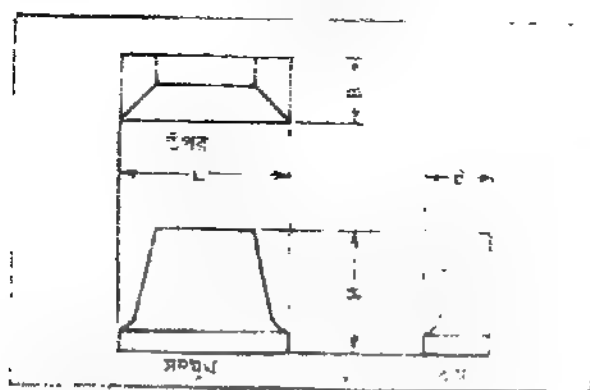


চিত্র ১.৩৪ : একটি ঘনবস্তুর ছয়টি দিকের অর্থোগোনিক নকশা।



উহার উপর-মিচ, সম্মুখ-পিছন, ডান-বাম প্রভৃতির নকশায় মিল থাকে। কিন্তু বস্তুটির (যন) ছয়টি পার্শ্ব বিস্তার করলে উহার সকল পার্শ্বের আকৃতি ও পরিমাণ জ্ঞানতে পারি। ১.৩৩ চিত্রে একটি ঘনবস্তুর আইসোমেট্রিক নকশা এবং উহার নিম্ন অর্ধোগ্রাফিক নকশার দৃশ্য প্রোজেকশন রেখা টেনে দেখানো হয়েছে। আইসোমেট্রিক এবং অর্ধোগ্রাফিক নকশাতেই উপর-সম্মুখ ও ডান পার্শ্বের অংশটা দেখানো হয়েছে। তবে, ১.৩৪ চিত্রে ঘনবস্তুর ছয়টি তলই দেখা যাচ্ছে। চিত্রে বস্তুর তলগুলিকে একটি ঝিল্লের ছয়টি তলের উপরিভাগে কব্জাকৃত এবং বাজাটি বোনা অবস্থার দেখানো হয়েছে। ইহাতে বস্তুর উপর (top), সম্মুখ (front), নীচ (bottom), ডান পার্শ্ব (right side), বাম পার্শ্ব (left side), পিছন দিকের (back side)-এর দৃশ্য বা নকশাসমূহ দৃশ্যমান হয়েছে।

যিঃ কোন বস্তুর অর্ধোগ্রাফিক নকশা প্রকল্প করতে আইসোমেট্রিক নকশা বোনে উহার শুধুমাত্র উপর, সম্মুখ ও পার্শ্ব নকশা (ডান পার্শ্ব) প্রকল্প করলেই

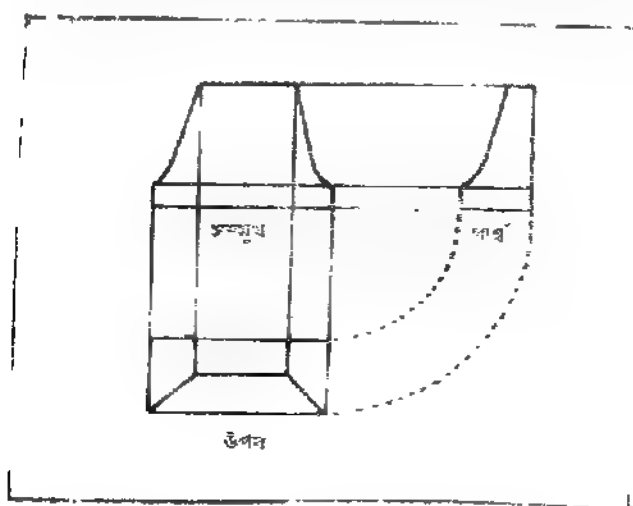


চিত্র ১.৩৪ : অর্ধোগ্রাফিক নকশায় একটি বস্তুর উপর, সম্মুখ ও পার্শ্ব নকশা (তৃতীয় কোণের প্রোজেকশন পদ্ধতি)।

চল ১.৩৫ চিত্রে প্রোজেকশন রেখার মাধ্যমে অঙ্কিত একটি বস্তুর তিনটি দৃশ্যবিশিষ্ট অর্ধোগ্রাফিক নকশা দেখানো হয়েছে। পূর্বেই দেখানো হয়েছে যে, অঙ্কনের প্রকৃতিভেদে অর্ধোগ্রাফিক নকশাকে দুটি শ্রেণীতে ভাগ করা হয়

(অ) তৃতীয় কোণের প্রক্ষেপণ (Third angle projection) : এই প্রক্ষেপণে বস্তুর উপরের নকশা উপরে, সম্মুখ নকশা সামনে এবং পার্শ্ব নকশা ডান পার্শ্বে রাখা হয়। ১.৩৫ চিত্রে একটি বস্তুর অর্ধোগমিক নকশায় তৃতীয় কোণের প্রক্ষেপণ প্রক্রিয়ার উদাহরণ উপর, সম্মুখ ও পার্শ্ব নকশা দেখানো হয়েছে। ইতিমধ্যে নকশায় তৃতীয় কোণের প্রক্ষেপণের ব্যবহার সর্বাধিক।

(আ) প্রথম কোণের প্রক্ষেপণ (First angle projection) : এই প্রক্ষেপণে বস্তুর উপরের নকশা সামনে, সামনের নকশা উপরে এবং পার্শ্ব নকশা

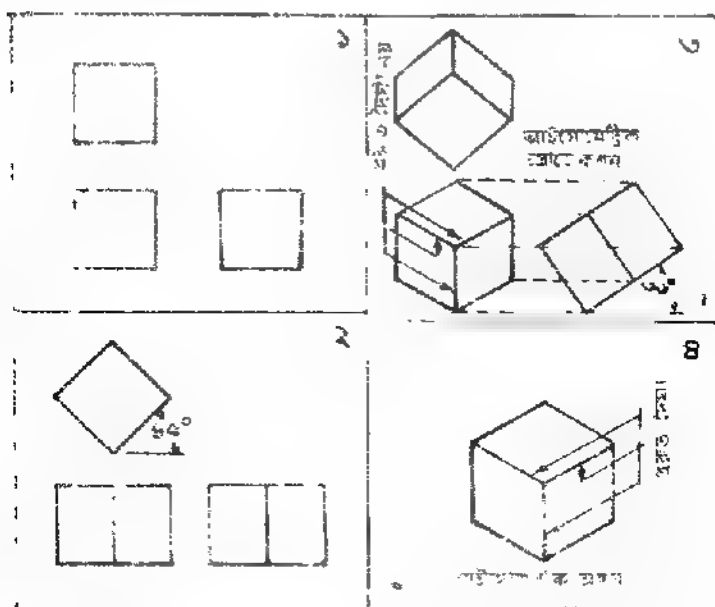


চিত্র ১.৩৬: অর্ধোগমিক নকশায় একটি বস্তুর সম্মুখ, উপর ও পার্শ্ব নকশা (প্রথম কোণের প্রক্ষেপণ পদ্ধতিতে)।

সম্মুখ নকশার পার্শ্ব অঙ্কন করা হয়। ইতিমধ্যে অঙ্কনে প্রথম কোণের প্রক্ষেপণের প্রচলন একেবারে নেই বললেই চলে। ১.৩৬ চিত্রে প্রথম কোণের প্রক্ষেপণ পদ্ধতিতে অঙ্কিত একটি বস্তুর অর্ধোগমিক নকশা দেখানো হয়েছে।

৪. আইসোমেট্রিক প্রক্ষেপণ : কোন একটি ঘনবস্তুকে যখন বিভিন্ন কোণিকভাবে বেধে প্রক্ষেপণ সাইনের মাধ্যমে সাধারণত ৩৫° ১৬' কোণে দুই অথবা

তিনটি নকশা অঙ্কন করা হয়, উহাকে আইসোমেট্রিক প্রোজেকশন বলে। আইসোমেট্রিক নকশায় মূল বস্তুর পরিমাপ সঠিকভাবে দৃশ্যমান হয়, কিন্তু আইসোমেট্রিক প্রোজেকশনে বস্তুর পরিমাপ সঠিক দেখা যায় না। ১.৩৭ চিত্রে আইসোমেট্রিক ঘনবস্তুর বিভিন্ন অবস্থার নকশা, বিশেষ করে আইসোমেট্রিক প্রোজেকশনের সঙ্গে উহার অন্যান্য নকশার তুলনা, দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১.৩৭ : একটি আইসোমেট্রিক ঘনবস্তুর আইসোমেট্রিক প্রোজেকশনের সঙ্গে অন্যান্য নকশার তুলনা।

উক্ত চিত্রের ১ নম্বর স্থানে আইসোমেট্রিক ঘনবস্তুর আভাসিক অবস্থার অঙ্কিত উপর, সম্মুখ ও পার্শ্বদেশের মোট তিনটি নকশা; ২ নম্বর স্থানে ঘনবস্তুটি ঝাঁড়া অক্ষে (vertical axis) দণ্ডায়মান অবস্থার তিনটি নকশা; ৩ নম্বর স্থানে ঘনবস্তুর আটটি কোণের এক কোণা সায়নের দিকে কাঁচ বা হেলানো অবস্থার (৩৫°১৬') তিনটি নকশা এবং ৪ নম্বর স্থানে বস্তুর ৩০° কোণে অবস্থানের কোণিক বা আইসোমেট্রিক নকশা প্রদর্শন করা হয়েছে। তবে

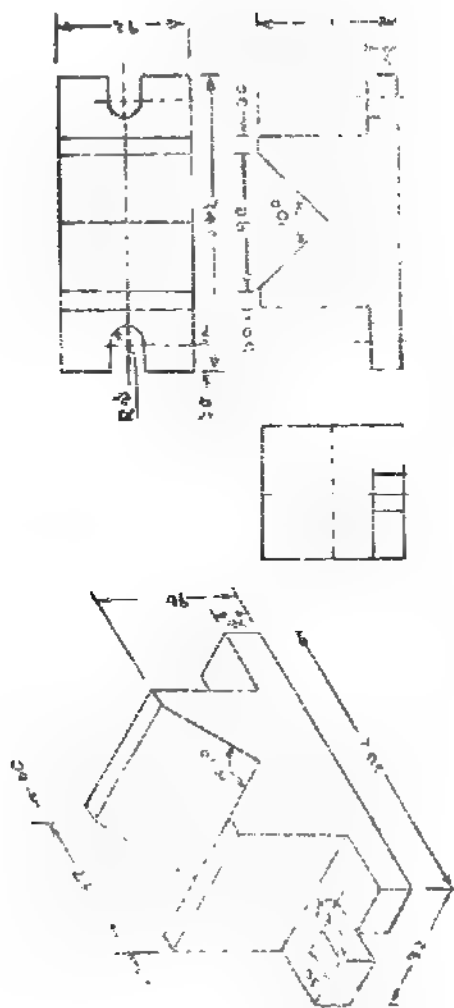
এতদ্বির মধ্যে ও ভবন স্থানের মাননের নকশাকে আইসোমেট্রিক প্রোজেকশন বলা হয়। এই প্রোজেকশনের উপরের নকশায় (top-view) বস্তুটির সর্বোচ্চ জায়গার সঠিকভাবে অবস্থায় ক্রম করে দেখানো হয় বলে প্রোজেকশনের কোন নকশাতেই বস্তুটির প্রকৃত পরিমাপ পাওয়া যায় না, বরং উহাতে অপেক্ষাকৃত বড় বা ছোট পরিমাপ দেখা যায়। কারণ, আইসোমেট্রিক প্রোজেকশনের উপর ও পার্শ্বদেশের নকশা ভূমির সঙ্গে  $45^\circ$  বা  $135^\circ$  এর কোণে অঙ্কন করা হয় না। কিন্তু আইসোমেট্রিক নকশা অঙ্কন করতে ভূমির সঙ্গে সাধারণত  $30^\circ$  কোণ ব্যবহার করা হয়, ফলে বস্তুটির প্রত্যেক কর্ণে  $30^\circ + 30^\circ = 60^\circ$  দিয়ে  $120^\circ$  কোণ বন্ধায় থাকে, তাই প্রসারিত ক্ষেত্রে সঠিক পরিমাপ নেওয়া যায় না। আইসোমেট্রিক প্রোজেকশনের বেলায়  $84^\circ - 86^\circ = 90^\circ$  এর মধ্যে বস্তুটির কর্ণের পরিমাপ থাকে  $90^\circ$ , তাই উহার সঙ্কুচিত ক্ষেত্রে প্রকৃত পরিমাপ দেখানো সম্ভব হয় না।

কোনো আইসোমেট্রিক প্রোজেকশন থেকে কোন বস্তুর পরিমাপ নিয়ে উহার পিকটোরিয়াল নকশা অঙ্কন করা হয় না এবং উহা অঙ্কন করার সর্বক্ষেত্রে আইসোমেট্রিক নকশা ও উহার পরিমাপ অনুসরণ করা হয়। কারণ, আইসোমেট্রিক নকশার দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতার পরিমাপ, বস্তুটির প্রকৃত পরিমাপের সমান হয় না। আইসোমেট্রিক নকশা কোণিকভাবে অঙ্কন করা হয়।

যদি বস্তুর আইসোমেট্রিক নকশা থেকে অর্ধোগ্রাফিক নকশা অঙ্কনের উদাহরণ (তৃতীয় কোণ পদ্ধতিতে)

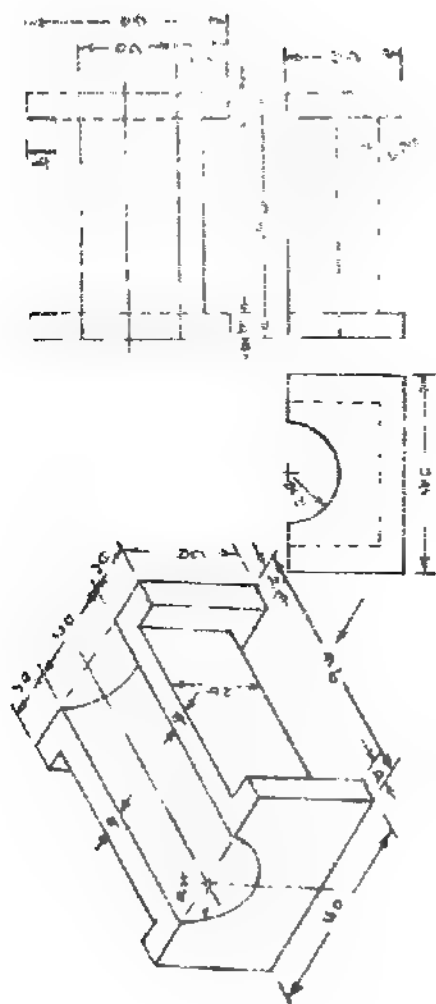
পূর্বেই আলোচনা করা হয়েছে যে, কোন বস্তুর আইসোমেট্রিক নকশা থেকে প্রথম কোণ পদ্ধতি (First angle method) অথবা তৃতীয় কোণ পদ্ধতিতে (Third angle method) বস্তুটির অর্ধোগ্রাফিক নকশা অঙ্কন করা হয়। আগেরদিক থেকে প্রথম কোণ পদ্ধতিতে নকশা অঙ্কনের প্রচলন নেই; তাই, ১.৩৮ থেকে ১.৪৫ চিত্রসমূহে তৃতীয় কোণ পদ্ধতিতে অঙ্কিত কিছু অর্ধোগ্রাফিক নকশার উদাহরণ দেখানো হয়েছে। এতে উপরের দিকে উপর (top), নিচে, সম্মুখ (front) এবং পার্শ্ব পার্শ্বদেশ (side) নকশা অবস্থান করে।

ଉଦାହରଣ-୨



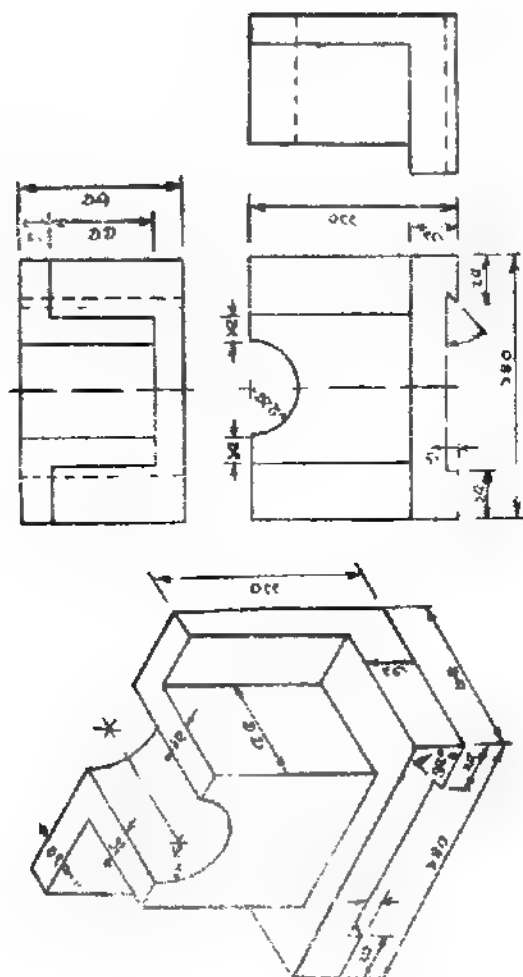
ଫିଗ ୨.୦୨ : ଏକଟି ଗୃହର ଆଇସୋମେଟ୍ରିକ୍, ପ୍ଲାନ ଓ ଏଲିଭେନ୍ ଚିତ୍ର

উদাহরণ--২



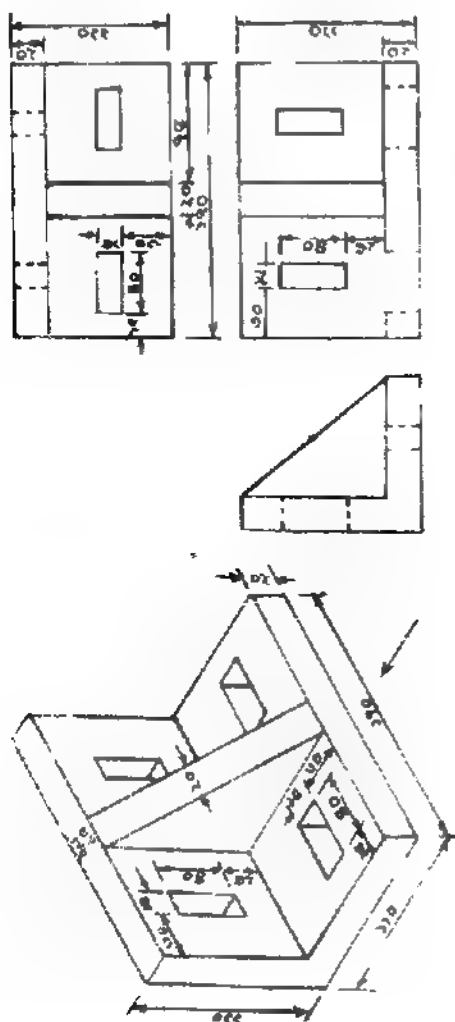
চিত্র ১.৩৩ : একটি 'আনুভূমিক গাইড'-এর অর্থোগ্রাফিক নকশা।

ଉଦାହରଣ-୩



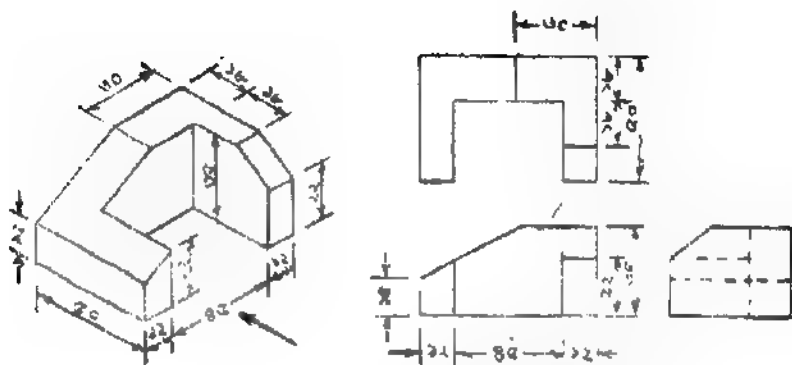
ଫିଗ ୨.୫୦ : ଏକଟି 'ମାଉଣ୍ଟ' ଯାହା ଏକ ଉପାଦାନ ନିର୍ମାଣ

উদাহরণ-৪



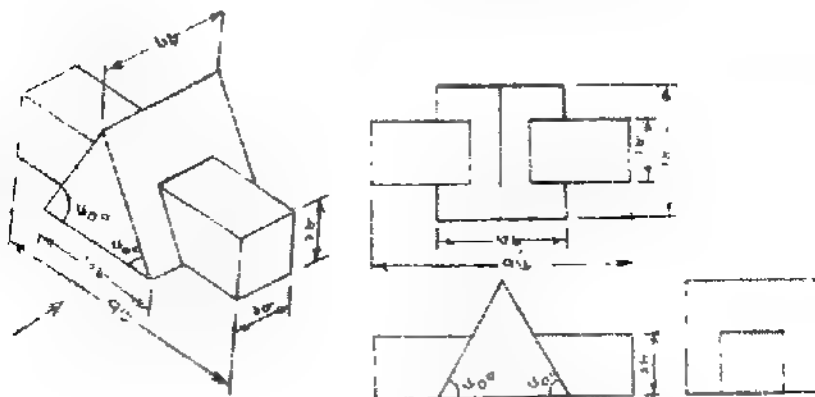
চিত্র ১.৪১ : একটি যন্ত্রের আংশিক নকশা।





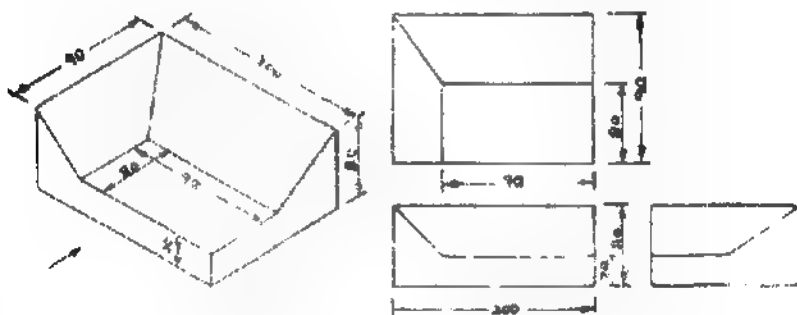
উদাহরণ-৬

চিত্র ১.৪২ : একটি বসবস্তুর অর্থোগ্রাফিক নকশা।



উদাহরণ-৬

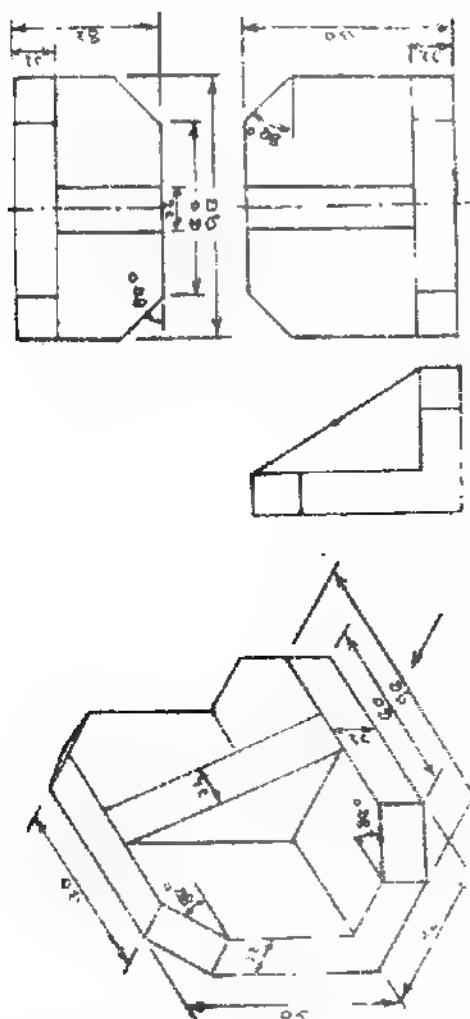
চিত্র ১.৪৩ : একটি বসবস্তুর অর্থোগ্রাফিক নকশা।



উদাহরণ-৭

চিত্র ১.৪৪ : একটি বসবস্তুর অর্থোগ্রাফিক নকশা।

উদাহরণ-৬



চিত্র ১৪০ : একটি ঘনবস্তুর অর্থোগ্রাফিক নকশা

ঘনবস্তুর আইসোমেট্রিক নকশা থেকে আর্থোগ্রাফিক নকশা অঙ্কনের উদাহরণ (প্রথম কোণ পদ্ধতিতে)

যদিও আমাদের দেশে কোন বস্তুর অর্থোগ্রাফিক নকশা অঙ্কন করতে সাধারণত প্রথম কোণ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয় না, তবুও শিক্ষার্থীদের জ্ঞানার্জন

প্রথম কোণ পদ্ধতিতে (first angle method) অঙ্কিত কিছু অর্থোগ্রাফিক নকশার উদাহরণ দেখানো হলো। এতে উপরে সন্মুখ (front), নিচে উপর (top) এবং পার্শ্ব পার্শ্ব (side) নকশা অবস্থান করে।

উদাহরণ—১

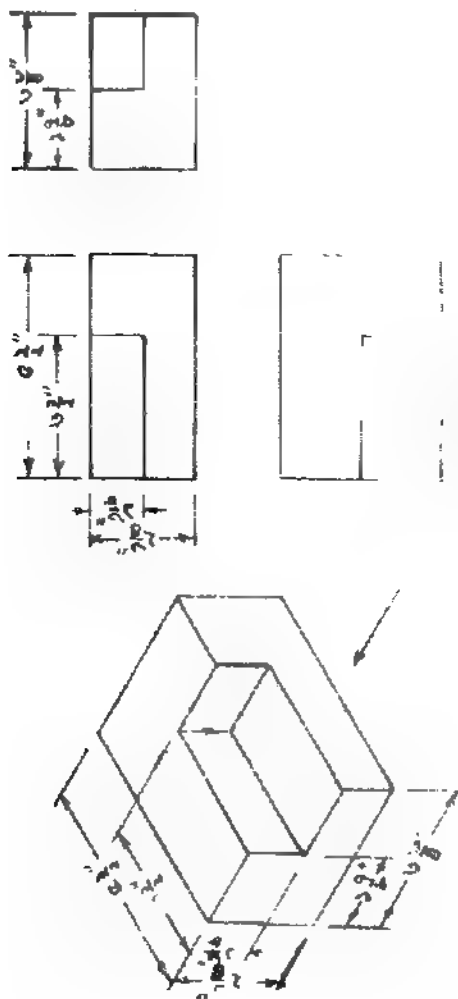
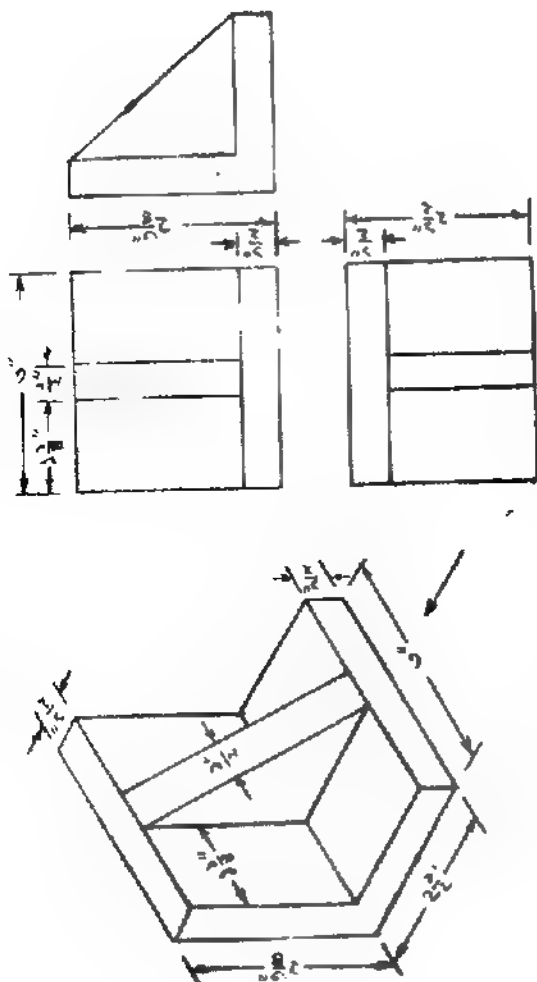


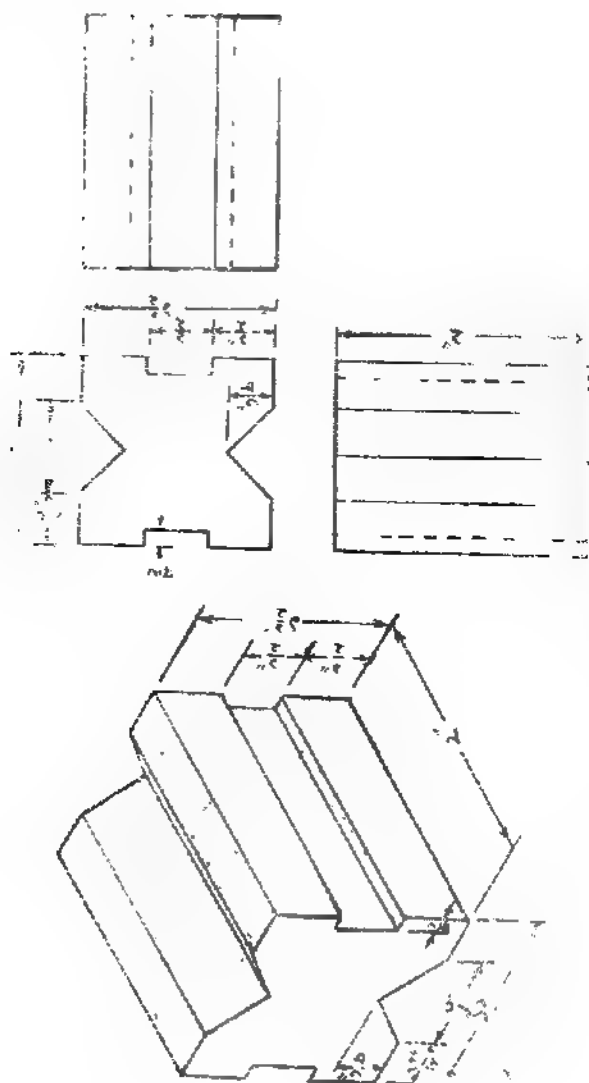
Fig. 2.86 : একটি বস্তুটির অর্থোগ্রাফিক নকশা।

ଉଦାହରଣ-୨



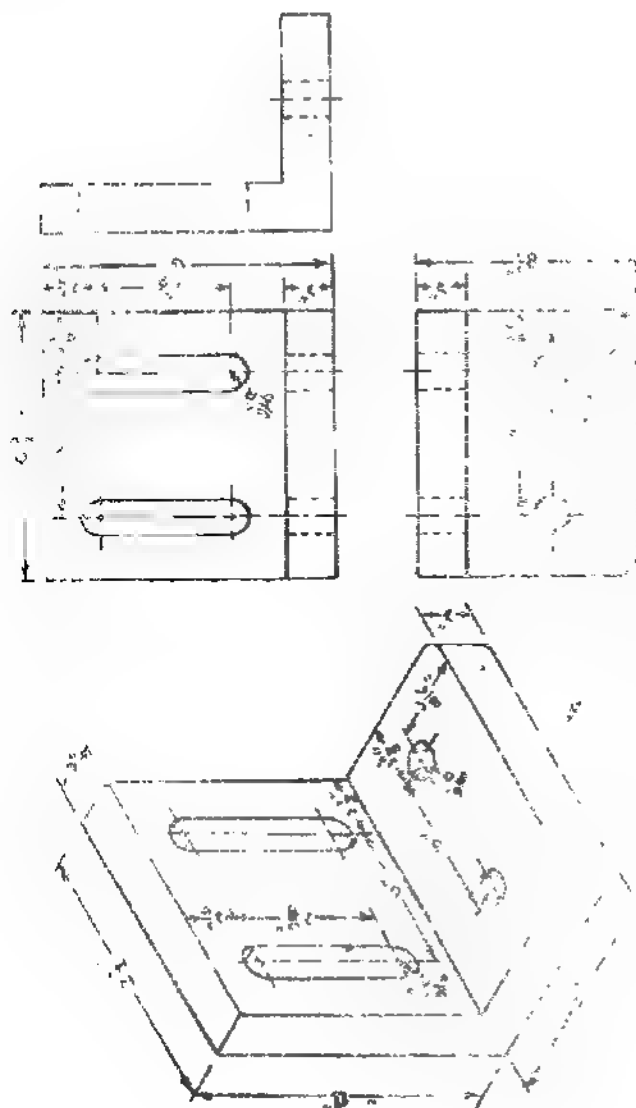
ଫିଗ ୨.୫୧ : ଏକଟି ଡାଇଗ୍ରାମିକ୍ ଡ୍ରଇଂ

ଉଦାହରଣ-୭



ଉପରୋକ୍ତ ଚିତ୍ରଟି ଆବିଷ୍କାର ଅଙ୍କନ (ଇଂ-ଡ୍ରାଫ୍ଟ) ରୂପରେ ଡ୍ରାଫ୍ଟ : ୧୫୫୯ ଡ୍ରାଫ୍ଟ

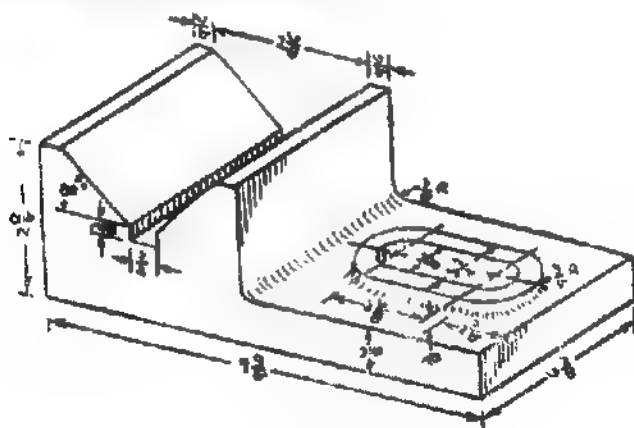
ଉଦାହରଣ-୫



ଫିଗ ୨.୫୫ : ଏକାଠି ସମସ୍ତର ଆର୍ଥୋଗ୍ରାଫିକ ନକ୍ସା

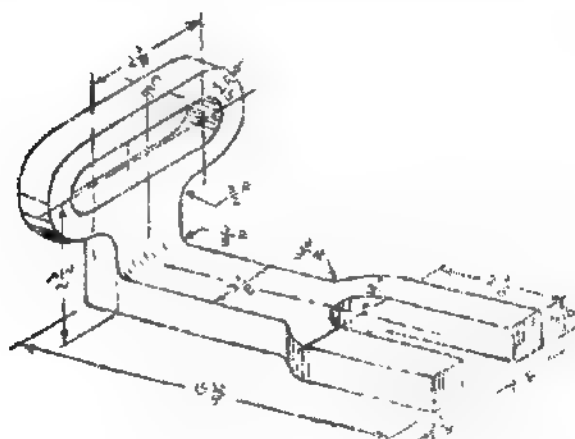


প্রশ্ন : একটি প্ল্যাক বেস-এর তিনটি নকশা অঙ্কন কর।



চিত্র ১.৫২ : প্ল্যাক বেস।

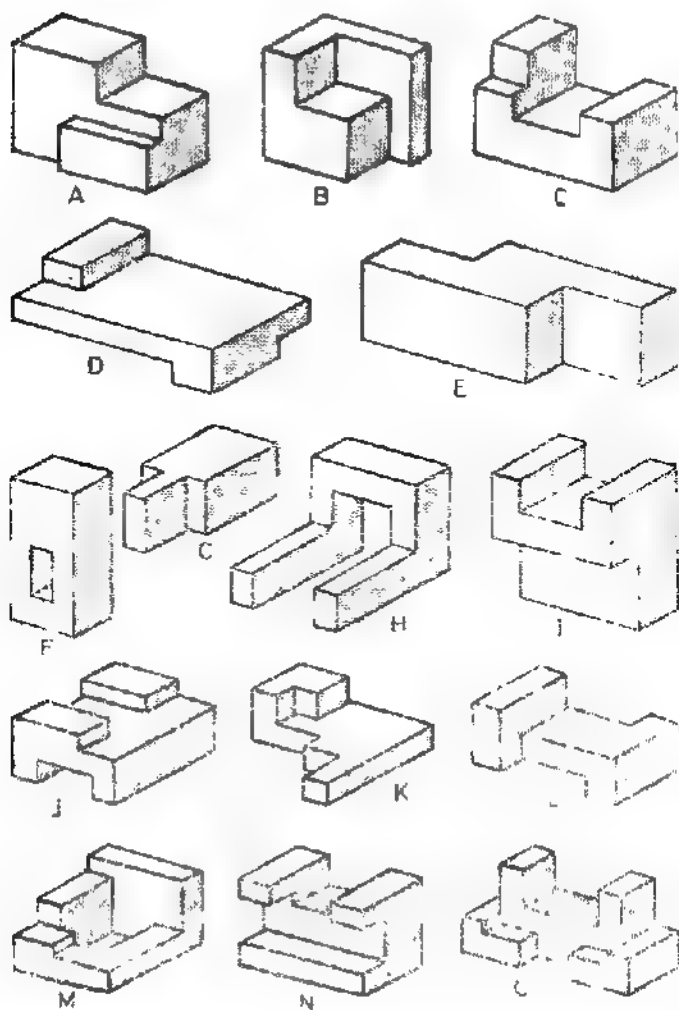
প্রশ্ন : একটি সটিককরণ ফর্ক এর তিনটি নকশা অঙ্কন কর।



চিত্র ১.৫৩ : সটিককরণ (স্ট্যান্ডার্ডাইজড) ফর্ক।



প্রশ্ন : প্রতিটি ব্লক-এর আইসোমেট্রিক নকশা থেকে অর্থোগ্রাফিক নকশা (তিনটি করে নকশা) অঙ্কন করতে হবে। পূর্বনির্ণয়িত নকশাগুলি খালি হাতে অঙ্কনের জন্য।



চিত্র ১.০৪ : খালি হাতে অর্থোগ্রাফিক নকশা অঙ্কনের জন্য বিভিন্ন ব্লকের আইসোমেট্রিক নকশা।

প্রশ্ন : প্রতিটি ব্লক-এর আইসোমেট্রিক নকশা থেকে অর্থোগ্রাফিক নকশা অঙ্কন কর।



A



B



C



D



E



F



G



H



I



J



K



L



M



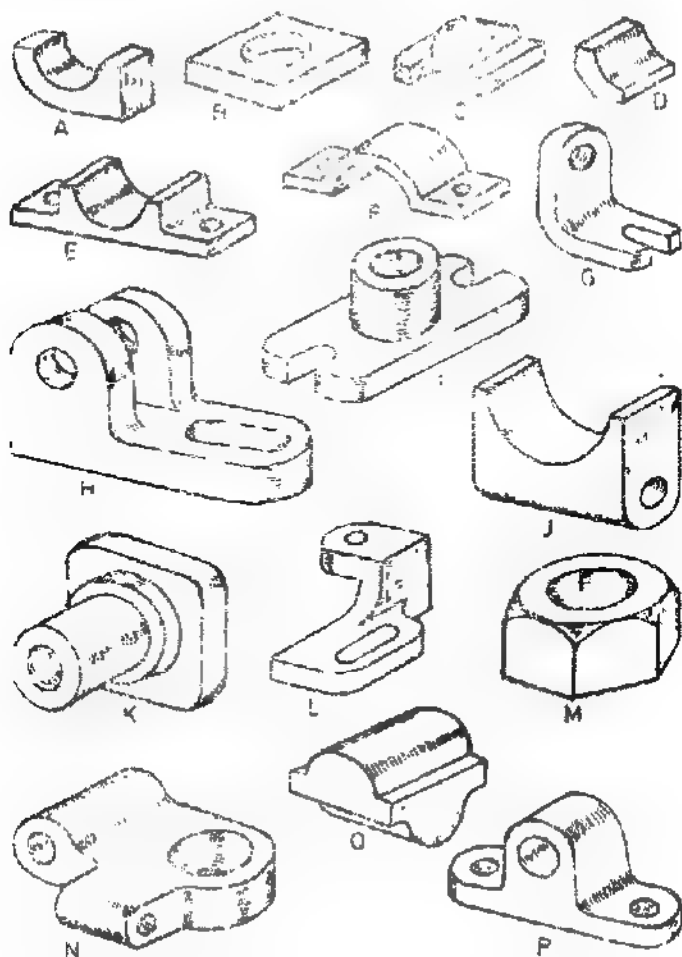
N



O

চিত্র ১.৪৪ : প্রতি হাতে অর্থোগ্রাফিক নকশা অঙ্কনের জন্য বিভিন্ন ব্লকের আইসোমেট্রিক নকশা।

প্রশ্ন : প্রতিটি ব্লক-এর আইসোমেট্রিক নকশা থেকে অর্থোগ্রাফিক নকশা অঙ্কন কর।

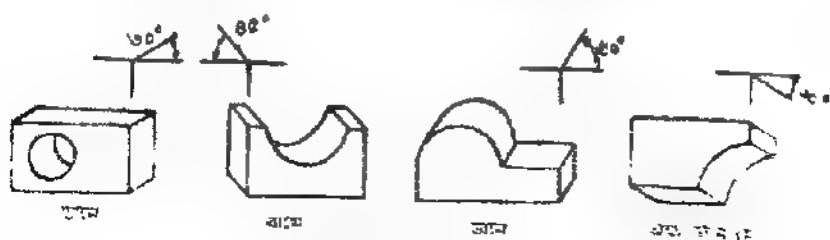


চিত্র ১.৫৬ : গালি হাতে অর্থোগ্রাফিক নকশা অঙ্কনের জন্য বিভিন্ন ব্লকের আইসোমেট্রিক নকশা।

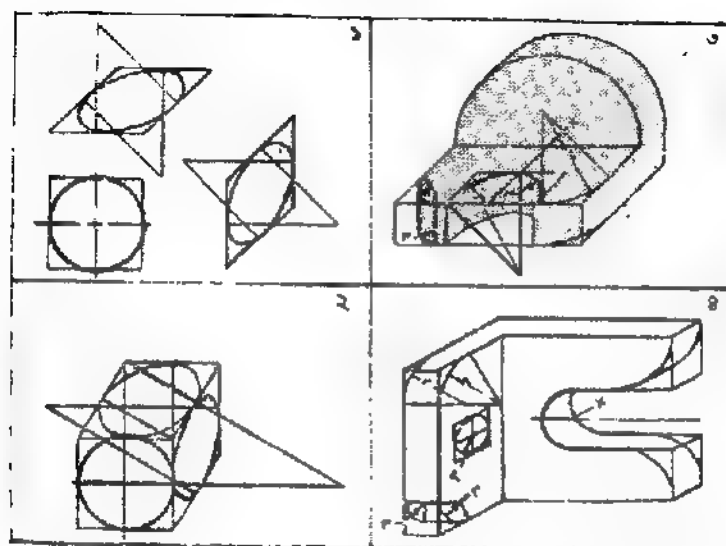
১৫) অবলিক প্রোজেকশন : প্রোজেকশন রেখার সমন্বয়ে অবলিক প্রোজেকশন বা অবলিক অঙ্কনের অক্ষ প্রস্তুত হয় এবং এই অবলিক প্রোজেকশন বা অক্ষের সমন্বয়ে অবলিক অঙ্কন তৈরি হয়। অবলিক প্রোজেকশন বা অক্ষ প্রস্তুত করতে দুটি

সমনকোণের রেখা এবং যে কোন কোণের (যেভাবেও  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  ও  $60^\circ$ ) কোণে বর্ণিত হয়। সমনকোণের একটি রেখা খাঁড়া ও একটি ভূমি-সমান্তরাল থাকে এবং একটি বিন্দুতে এক সমকোণ উৎপন্ন করে। আইসোমেট্রিক অঙ্কনের ক্ষেত্রেও তিনটি অক্ষ ব্যবহৃত হয়, কিন্তু উহান একটি রেখা খাঁড়া এবং অপর দুটি রেখা  $30^\circ$  অথবা  $45^\circ$  কোণে অবস্থান করে।

একক অক্ষের সমস্ত নকশাটি ভূমি-সমান্তরাল থাকে এবং অপরাপর সমস্ত-গুলি কৌণিকভাবে অবস্থান করে। ১.৫৭ চিত্রে অবনিক অঙ্কনে ব্যবহৃত অবনিক



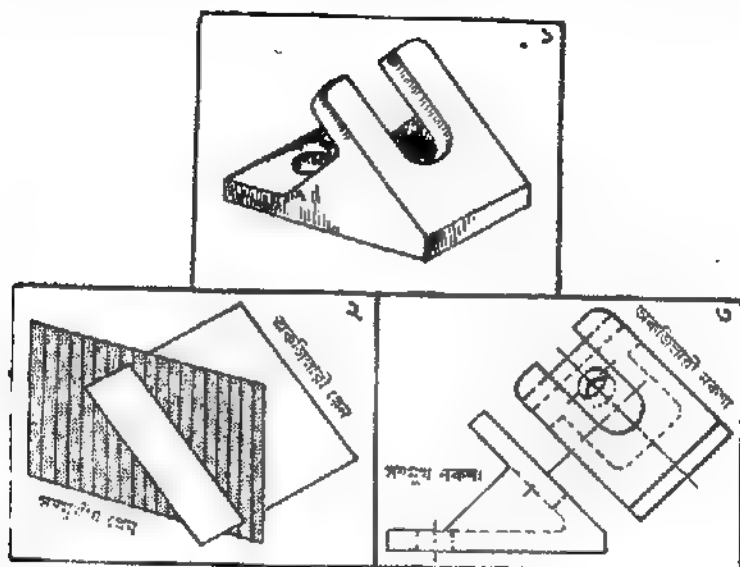
চিত্র ১.৫৭ : অবনিক অঙ্কনে ব্যবহৃত অবনিক প্রক্ষেপকণন বা অক্ষ।



চিত্র ১.৫৮ : অবনিক প্রক্ষেপকণনের বৃত্ত অঙ্কন ও কার্যকারী প্রক্রিয়া

প্রোজেকশন বা অঙ্ক দেখানো হয়েছে। চিত্রে অবলিক অঙ্কনের কৌণিক প্রোজেকশন বা অক্ষটিকে ডান, বাম, আবার ডান ও ডানের দিকে উল্টানো অবস্থা দেখানো হয়েছে। আইসোমেট্রিক অঙ্কনে বেরকম বৃত্ত ব্যবহৃত হয়, অবলিক অঙ্কনের বৃত্ত কেন্দ্রবিশেষে কিছুটা ভিন্নতর হয়, যেহেতু অবলিক ও আইসোমেট্রিক অঙ্কনের কোণের পরিমাণ এক থাকে না। ১.৫৩ চিত্রে অবলিক প্রোজেকশনের বৃত্ত অঙ্কন ও ব্যবহার প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে।

(ঘ) অকজিলারী প্রোজেকশন : অকজিলারী প্রোজেকশন বলতে এমন এক প্রকার নকশা বুঝায়, যা প্রোজেকশন প্লেনের উপর এবং চালু ক্ষেত্রের সমান্তরালে অঙ্কিত হয়। ইতিপূর্বে নকশাসমূহে তিনটি নিয়মিত প্লেন (regular plane) ব্যবহার করা হয়েছে যেমন—উপর বা সমান্তরাল প্লেন (top or horizontal plane), সম্মুখ বা সামনের প্লেন (frontal plane) এবং পার্শ্ব বা প্রোফাইল প্লেন (side or profile plane) প্রভৃতি। কিন্তু অকজিলারী প্রোজেকশন বা অকজিলারী নকশার ক্ষেত্রে সম্মুখ প্লেন ও অকজিলারী প্লেন ব্যবহৃত হয় এবং ইচ্ছাতে উপর ও পার্শ্বদেশের প্লেন ব্যবহারের প্রয়োজন হয় না। ১.৫৯ চিত্রে

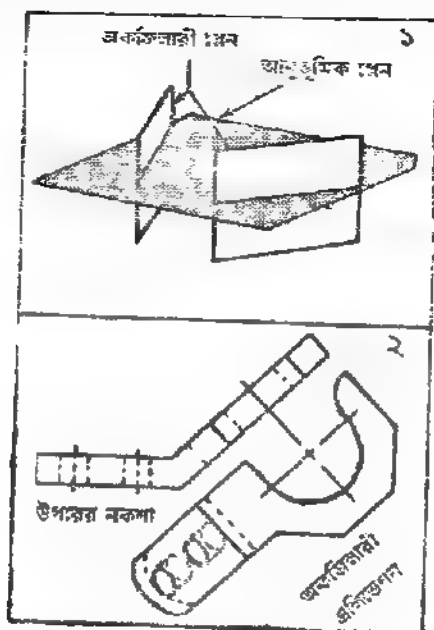


চিত্র ১.৫৯ : একটি অ্যাক্স-এর অকজিলারী নকশা।

একটি আংকের (Anchor) আইসোমেট্রিক নকশা, সম্মুখ ও অবজিলাবী প্লেন এবং সম্মুখ ও অবজিলাবী নকশা দেখানো হয়েছে।

এখানে সম্মুখ ও অবজিলাবী প্লেন তুলনা করলে দেখা যায় যে, কোন বস্তুকে ঘুরিয়ে কোণিক অবস্থায় উপরের অংশটা বারনে আনলে উহার অবজিলাবী নকশা পরিবর্তিত হয়। এতে বস্তুকে কোণিক নকশাতেও উহার উপরের অংশটা কি অংশ আছে, তা চূড়ান্ত হয়। বস্তুকে ঘূর্ণায়মান অবস্থায় থাকলে এই নকশার রেখাগুলির মধ্যে সম্মুখ নকশাসমূহের মিল থাকে, যেহেতু সম্মুখ নকশার টালু রেখার সমান্তরালে অবজিলাবী নকশা উপর হয়।

যে সকল নকশা কোণিক অবস্থায় অবস্থান করে এবং উহার পরিমাপগুলি সঠিকভাবে দেখা যায় না, অবজিলাবী নকশা এই ক্ষেত্রে সেই কোণিক অংশটুকু পরিমাপসহকারে সামনে এনে দেখতে সহায়তা করে। সুতরাং অবজিলাবী ডিউ বা নকশা বলতে এমন এক প্রকার প্রোজেকশন নকশা বুঝায়, যা সম্মুখ ও অবজিলাবী প্লেনের উপর অঙ্কিত হয়। উহা টালু হলের সঙ্গে সবাসরি উল্লম্বভাবে পরিবর্তিত হয়। কোন মুখাবরণ (feature) বা কোন বস্তুকে



চিত্র ১৬ : সমান্তরাল প্লেনে বাস্তবভাবে অবস্থান অবজিলাবী নকশা উপর হয়

কৌণিকভাবে অক্ষম সীমারেখা দ্বারা অঙ্কন করে অকজিলারী নকশা প্রদর্শন করা হয়। উক্ত বস্তু বা মুখাবয়বের প্রকৃত পরিমাপ গ্রহণ করতেও অকজিলারী নকশার প্রয়োজন হয়।

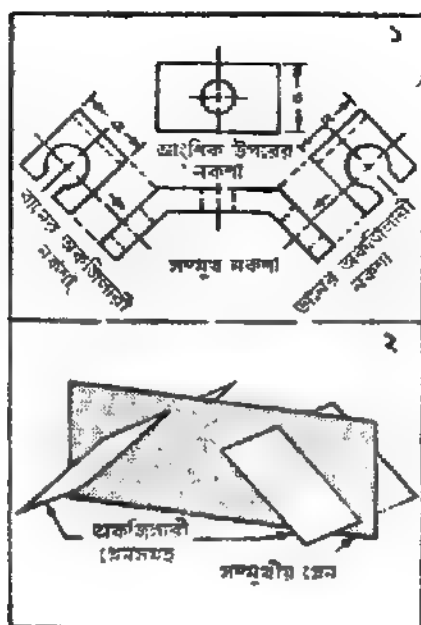
অকজিলারী নকশাকে সাধারণত তিন ভাগে বিভক্ত করা হয়, যেমন :

(অ) এলিভেশন অকজিলারী নকশা (Elevation auxiliary view),

(আ) বাম ও ডাইনের অকজিলারী নকশা (Left or right auxiliary view), এবং

(ই) সম্মুখ ও পিছনের অকজিলারী নকশা (Front and rear auxiliary view)।

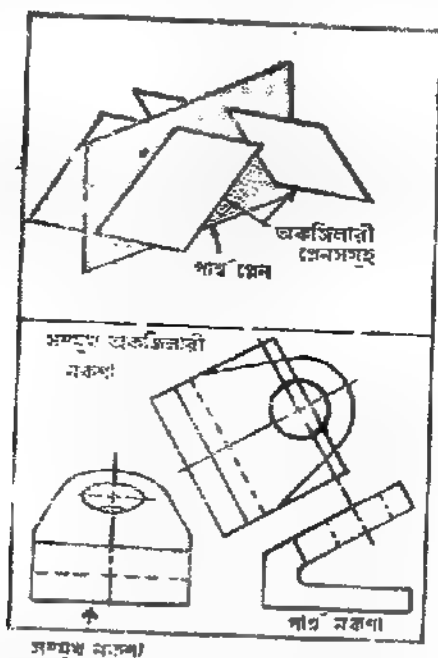
(অ) এলিভেশন অকজিলারী নকশা : ইহা সমান্তরাল প্লেনের সঙ্গে ঝাঁড়াভাবে উৎপন্ন হয়। ১.৬০ চিত্রে এই নকশার অকজিলারী প্লেনদ্বয়কে সমান্তরাল প্লেনের সঙ্গে ঝাঁড়া অবস্থায় (উপরে) এবং কোণিক আর্টের (angular hook)



চিত্র ১.৬১ : একটি বস্তুর বাম ও ডাইনের অকজিলারী নকশা।

উপর বা উপ ভিউয়ের অকজিলারী প্লেনে অকজিলারী এনিয়েশন (চিত্র ১.৬১) হয়েছে।

(৩) বাম ও ডানের অকজিলারী নকশা : ইহার অকজিলারী প্লেনদ্বয় সম্মুখ প্লেনের সঙ্গে উল্লম্বভাবে অবস্থান করে। বস্তুর অবিকাংশ বাম ও ডানদিক অকজিলারী নকশা প্রদর্শন করছে। ইহার উপরের নকশাকে কর্তন করে প্রকারণ প্রয়োজন হয়। ১.৬১ চিত্রে একটি বস্তুর আংশিক উপর নকশার উভয় দিকে



চিত্র ১.৬২ : একটি বস্তুর সম্মুখ ও পিছনের অকজিলারী নকশা।

অকজিলারী প্লেনদ্বয়ে অঙ্কিত বাম ও ডানের অকজিলারী নকশা (উপরে) দেখানো হয়েছে।

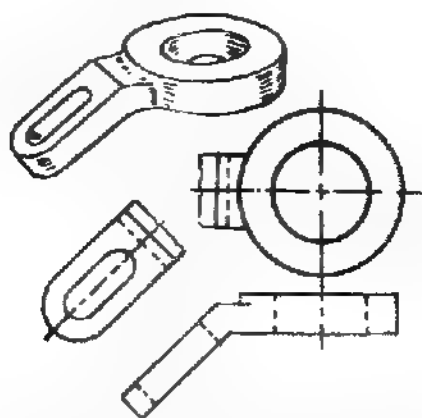
(৪) সম্মুখ ও পিছনের অকজিলারী নকশা : ইহা এমন এক প্রকার অকজিলারী নকশা, যা পার্শ্বদেশের খাড়া অথবা থোকাইল প্লেনের উপর অঙ্কিত হয়। ১.৬২ চিত্রে উপরের নকশার অকজিলারী ও পার্শ্বের প্লেনের সঙ্গে খাড়াভাবে স্থাপিত প্লেন এবং নিচের নকশার বস্তুটির সম্মুখ, পার্শ্বদেশ ও সম্মুখ অকজিলারী



নকশা দেখানো হয়েছে। কার্ষক্ষেত্রে আরও কঠকগুলি অকজিলারী নকশা ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়, যেমন :

### আংশিক অকজিলারী নকশা

যখন কোন বস্তুর কার্ষিকরী নকশা অঙ্কন করা হয়, তখন উহার বিভিন্ন অংশকে অবিচ্ছিন্ন ও স্পষ্টভাবে বুঝাতে বস্তুটির আংশিক অকজিলারী নকশা অঙ্কনের প্রয়োজন হয়। বস্তুটির উপরের অংশ বুঝাতে আংশিক ছেদন নকশা অঙ্কন করার প্রয়োজন হয়, যা উপরের নকশা (top-view) নামেও খ্যাত। অতঃপর উহার সমান্তরালে সমুদ্র নকশা অঙ্কন করতে হয় এবং সর্বোচ্চ বস্তুটির আইসোমেট্রিক নকশা একে উহার প্রকৃত আকৃতি ফাঁটের তোলা হয়।



চিত্র ১.৬৩ : একটি বস্তুর আংশিক অকজিলারী নকশা

এই তিনটি নকশার সমন্বয়েই আংশিক অকজিলারী নকশা গঠিত হয় এবং ১.৬৩ চিত্রে তাই-ই দেখানো হয়েছে।

### অকজিলারী নকশা অঙ্কনের নিয়মাবলী

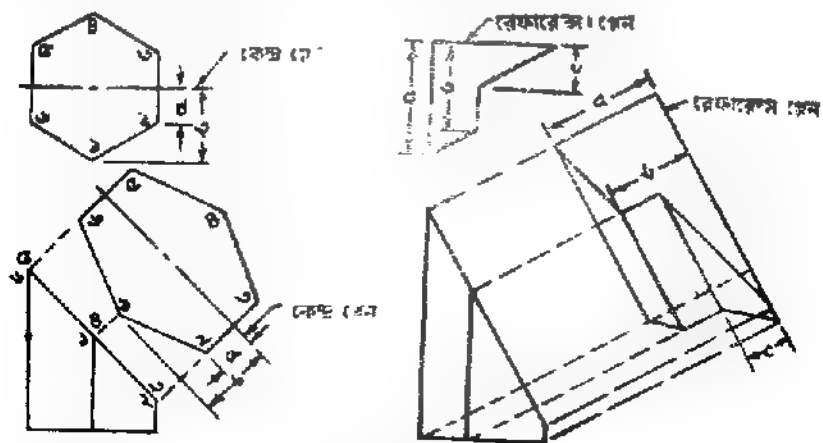
কোন বস্তুর অকজিলারী নকশা অঙ্কন করতে নিম্নবর্ণিত অঙ্কন নিয়মাবলী ১.৬৩ চিত্রে অনুসরণ করতে হয়, যেমন :

(১) সেন্টার প্লেন থেকে অকজিলারী নকশা অঙ্কন,

(২) রেফারেন্স লাইন থেকে অকজিলাবী নকশা অঙ্কন, এবং

(৩) কতিত ফেস থেকে অকজিলাবী নকশা অঙ্কন।

সেন্টার প্লেন থেকে অকজিলাবী নকশা অঙ্কন করতে হলে, প্রথমতঃ বস্তুটির উপরের নকশা, অতঃপর উহা থেকে প্রক্ষেপকর্ষণ লাইন টেনে সম্মুখ নকশা এবং এহা থেকে সেন্টার প্লেনের সমান্তরাল রেখা টেনে অকজিলাবী প্লেন নকশা আঁকা হয়। ১.৬৪ চিত্রে একটি বস্তুভূমির উপর প্রিজমের সেন্টার প্লেন থেকে অকজিলাবী নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে।



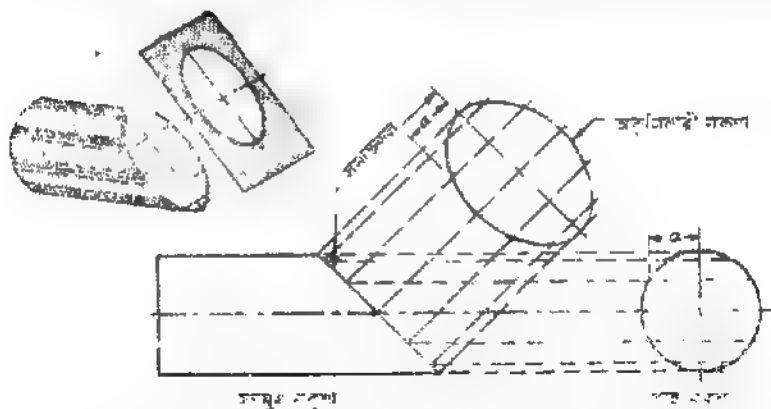
চিত্র ১.৬৪ : একটি বস্তুর সেন্টার প্লেন থেকে অঙ্কিত অকজিলাবী নকশা।

চিত্র ১.৬৫ : একটি বস্তুর রেফারেন্স প্লেন থেকে অঙ্কিত অকজিলাবী নকশা।

রেফারেন্স প্লেন থেকে অকজিলাবী নকশা অঙ্কন করতে হলে, প্রথমতঃ একটি নিয়মে বস্তুটির উপর ও সম্মুখ নকশা আঁকা হয়। অতঃপর  $90^\circ$  কোণ করে সম্মুখ নকশার প্রত্যেক ছেদক বিন্দু থেকে রেফারেন্স লাইন টানা হয় এবং উহার উপরের নকশার পরিমাপ অনুযায়ী বস্তুটির পার্শ্বদেখা অঙ্কন করলে অকজিলাবী প্লেন প্রস্তুত হয়। ১.৬৫ চিত্রে একটি বস্তুর রেফারেন্স প্লেন থেকে অঙ্কিত অকজিলাবী নকশার অঙ্কন প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে।

কোন বস্তুর কতিত ফেস থেকে অকজিলাবী নকশা অঙ্কন করতে হলে, উক্ত কতিত ফেস ডান পার্শ্বে রেখে বস্তুটি শায়িত অবস্থার প্রথমতঃ সম্মুখ নকশা, দ্বিতীয়তঃ ছেদক বিন্দুসমূহ থেকে সমান্তরাল রেখা টেনে সম্মুখ নকশার সামনে প্রাপ্ত নকশা (end view) এবং তৃতীয়তঃ কোণিক ছেদক বিন্দুসমূহ থেকে উল্লম্ব

৬) মাপদ্রাবণ থেকে বৈদ্যুতিক অকজিলারী গুলি অঙ্কন করা হয়। ১৬৬ চিত্রে একটি বস্তু কঠিন লেন থেকে অঙ্কিত অকজিলারী নকশা দেখানো হয়েছে। বস্তুটির



চিত্র : ১৬৬ : একটি কঠিন লেন থেকে অঙ্কিত অকজিলারী নকশা

কর্তিত ফেস সারনে এনে ছেলানোভাবে দেখানো হয়েছে বলে উক্ত ফেসটিকে ইলিপস আকারে দেখা যায়।

### কর্তিত নকশা (Sectional Views)

কোন বস্তুকে যে পার্শ্ব থেকে দেখা যায়, সেই পার্শ্বই দর্শকের নিকটে স্পষ্টভাবে প্রতীয়মান হয়; কিন্তু অপর পার্শ্ব তার কাছে কিছু স্পষ্ট এবং কিছু অজানা বা অস্পষ্ট থেকে যায়। আবার ভেতরের অংশসমূহ সম্পর্কে ক্ষেত্রবিশেষ একেবারেই অজানা থেকে যায়। তাই কোন বস্তু অথবা যন্ত্রটির কোন ভেতরের অংশ বা অংশসমূহকে দৃশ্যমান করতে হলে উহা'র কোন অংশ ছেদ করে সামনের অংশকে দূরে সরিয়ে দিতে হয়।

সুতরাং কোন বস্তু অথবা যন্ত্রটির বিভিন্ন অংশ দৃশ্যমান করতে যে অঙ্কনের সাহায্যে ছেদন অংশ দেখানো হয় উহাকে কর্তিত নকশা বলে। এই নকশার কর্তিত অংশ ৪৫° কোণ করে ছেদক রেখা (section line) খিনা হয়। প্রয়োজন ও অঙ্কনের ভা'গিদে কোন বস্তুকে বিভিন্ন দিক থেকে কর্তন করা হয়। এই কর্তনের দিক ও অবস্থানের প্রেক্ষিতেই কর্তিত নকশাকে সাধারণত নিম্নলিখিত ৪ ভাগে প্রণীত করা হয়, যেমন :

১। পূর্ণ কর্তিত নকশা (Full sectional view)

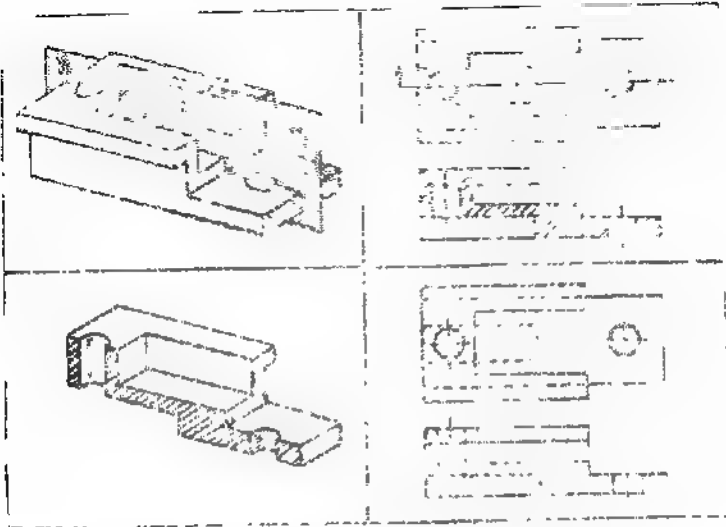
২। অর্ধ কর্তিত নকশা (Half sectional view),

৩। অফসেট কতিত নকশা (Offset sectional view), এবং

৪। আংশিক কতিত নকশা (Partial sectional view)।

নিম্নে এই কতিত নকশাগুলি সম্বন্ধে বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হয়েছে।

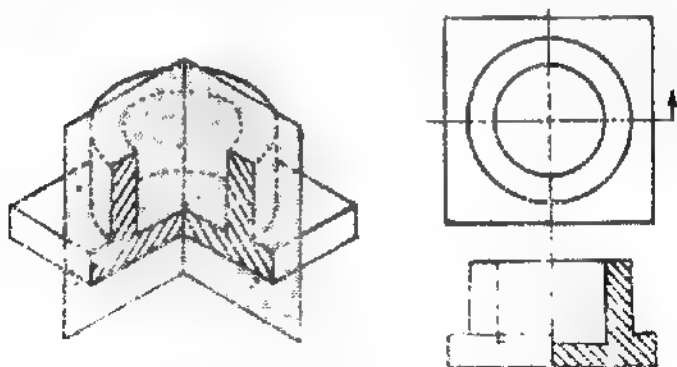
১. পূর্ণ কতিত নকশা : যখন কোন বস্তু বা যন্ত্রাঙ্গের যাবতীয় দিক দিয়ে লম্বা অথবা আড়াআড়িভাবে কটন বা ছেদন করা হয় এবং সামনের অংশ সরিয়ে ধে নকশার সাহায্যে বামবাঁকি অর্ধেক বস্তু বা যন্ত্রের চিত্র প্রদর্শন হয়, উহাকেই পূর্ণ কতিত নকশা বলা হয়। ১.৬৭ চিত্রে এর উপরের অংশে একটি বস্তুকে পূর্ণ ছেদ করে এবং নিচের অংশে বস্তুটির পূর্ণ ছেদন বা কতিত নকশা দেখানো হয়েছে। প্রকৃতপক্ষে কতিত বস্তুটির সম্মুখ ভূলের ভূমি-সমান্তরালের সঙ্গে  $৪৫^\circ$  কোণ করে ছেদক বা কতিত রেখা টানা হয়। কতিত বস্তুর যে অংশে কবাতন বা কটন লাগ পড়ে, সেখানেই শুধু কতিত রেখা দেয়া হয়। সেখানে এই চিত্রের গতি ও বক্রতাপূর্ণস্থানে যেখানে কটন বস্তুর ছোঁয়া লাগে না, সেখানে কতিত রেখা দেয়া হয় না। পূর্ণ কতিত নকশায় বস্তুটির অর্ধেক অংশ যে কাটা পড়ে, তা বিশেষভাবে নকশায়।



চিত্র : ৬৪ : পূর্ণ কতিত বস্তু ও উহার পূর্ণ কতিত নকশা।

২. অর্ধ-কতিত নকশা : যখন কোন বস্তু বা যন্ত্রাঙ্গের এক পাশের উভয় পার্শ্ব (দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ) থেকে ছেদন বা কটন করে বস্তুটির  $\frac{1}{2}$  অংশ সরিয়ে ফেলে

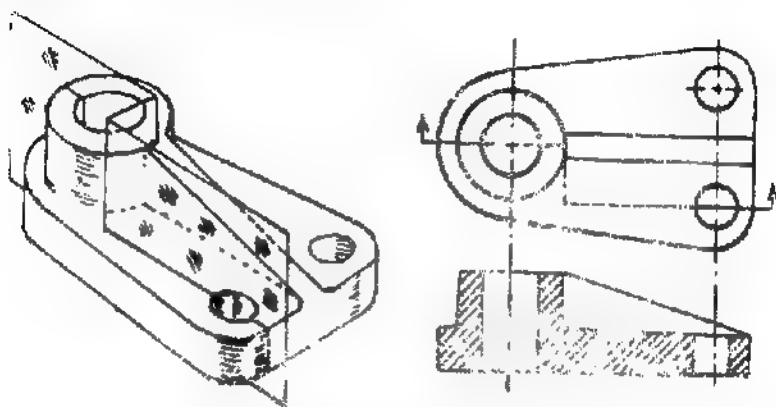
চিত্র বা নকশা অঙ্কন করা হয় উহাকে অর্ধ-কর্তিত নকশা বলা হয়। ১.৬৮ চিত্রে একটি অর্ধ-কর্তিত বস্তু এবং উহার অর্ধ-কর্তিত নকশা দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১.৬৮ : অর্ধ-কর্তিত বস্তু এবং উহার অর্ধ-কর্তিত নকশা।

উক্ত চিত্রের বাম পার্শ্বে কর্তিত নকশার আইসোমেট্রিক, ডাং-দিকের উপরে টপ বা উপরের এবং তার নিচে সম্মুখ অর্ধ-কর্তিত নকশা দেখানো হয়েছে।

বস্তুর এই অর্ধ-কর্তিত নকশা অঙ্কনের ফলে ধারকের পুরাতন যে পার্থক্য আছে, তা আমাদের চোখে স্পষ্টভাবে দৃশ্যমান হচ্ছে; যা ইতিপূর্বে সহজে পরিমাপযোগ্য ছিল না।

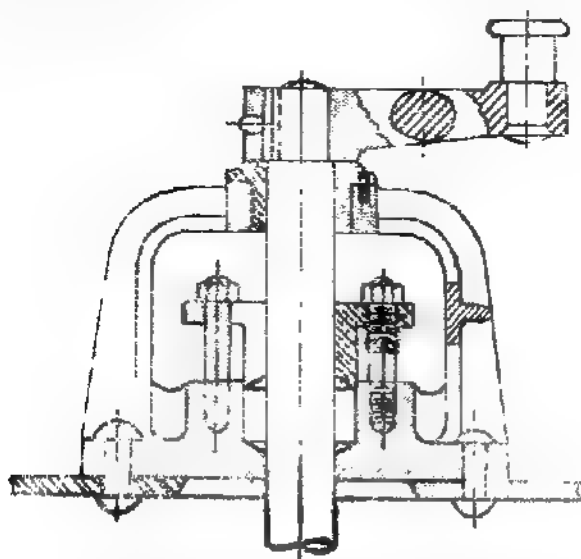


চিত্র ১.৬৯ : একটি বস্তুর অকসেট কর্তন এবং উহার অকসেট কর্তিত নকশা

৩. অকসেট কর্তিত নকশা : যখন কোন বস্তু অথবা যন্ত্রকে দুই বা ততোধিক প্রান্তে ছেদন বা কর্তন করে কর্তিত অংশটি সরিয়ে যে নকশার সাহায্যে দৃশ্যমান

করা হয়, উহাকে অফসেট কর্তিত নকশা বলা হয়, মূলতঃ পূর্ণ ও অর্ধ-কর্তিত নকশার সমন্বয়ে প্রকল্পে কতিত নকশা গঠিত হয়। ১.৬৯ চিত্রে একটি বস্তুর অফসেট কর্তন এবং উহার অফসেট কর্তিত নকশা দেখানো হয়েছে। এই চিত্রে উল্লিখিত বস্তুর তিনটি ছিদ্র তিনটি কোণিক দুরূহে অবস্থিত। উহাদের দূরত্ব পরিমাপে মিল রয়েছে, অপরটিতে মিল নেই। তাই এই ধরনের বস্তুকে দুটি ছেদক বিলুতে কর্তন করে অফসেট কর্তিত নকশা দেখানো হয়।

৪। আংশিক কর্তিত নকশা : এখন কোন বস্তু অথবা যন্ত্রাতির যে কোন অংশ আংশিকভাবে কর্তন না ছেদন করে কর্তিত দেখান মাধ্যমে দেখানো হয়, তখন উক্ত নকশাকে আংশিক কর্তিত নকশা বলে। ইতিপূর্বে যে সকল কর্তিত নকশা সম্পর্কে বর্ণনা করা হয়েছে, তাদের প্রতিটির কর্তনের নির্দিষ্ট একটি পরিমাপ থাকে, কিন্তু আংশিক কর্তিত নকশাতে নির্দিষ্ট কোন পরিমাপ থাকে না।

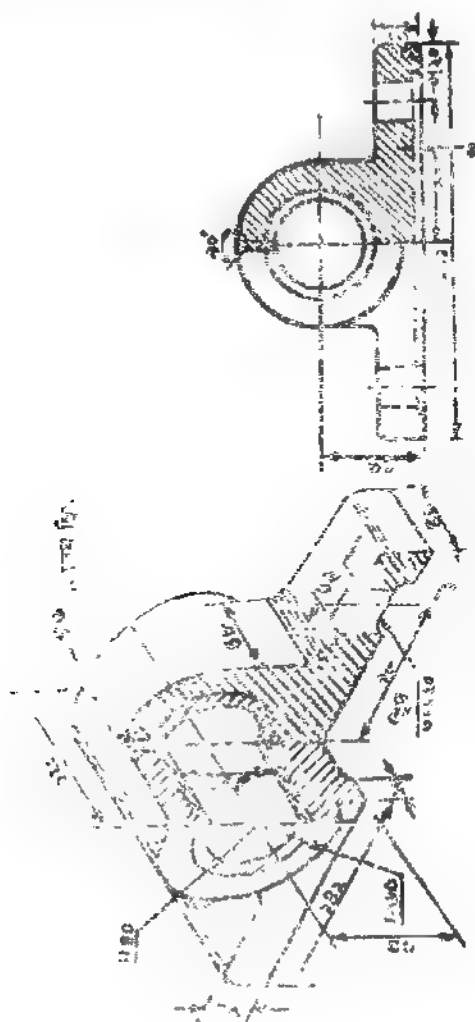


চিত্র ১.৭০ : একটি বস্তুর আংশিক কর্তিত নকশা।

বস্তু বা যন্ত্রাতির যে অংশটুকু কেটে ফেলা হয় সেই অংশেরই ছেদন না কর্তিত নকশা তুলে বলা হয়। সেজন্য কার্যক্ষেত্রে এই ধরনের কর্তিত নকশার প্রয়োগ তুলনামূলকভাবে কম। তবে, অনেক সময় মূল বস্তু আংশিক কর্তন করে তৈরি ধাতুর প্রতীক ও বস্তুর গঠন অবস্থা এই নকশার মাধ্যমে দেখানো হয়। ১.৭০ চিত্রে একটি বস্তুর আংশিক কর্তিত নকশা প্রদেয়া।

### বুশবিয়ারিং-এর অর্ধ-কর্তিত নকশা

একটি বুশবিয়ারিং-এর অর্ধ-কর্তিত নকশা অঙ্কন করতে হলে, প্রথমতঃ বিয়ারিংটির দৈর্ঘ্য, ব্যাস, পুরুত্ব প্রভৃতির গঠিক পরিমাণ যোক্তাবেক একটি আইসো



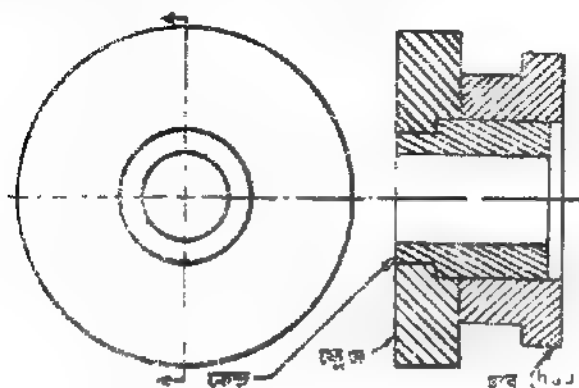
চিত্র ১.৭১ : একটি বুশবিয়ারিং এর আইসোমেট্রিক ও সম্মুখ কর্তিত নকশা

মেট্রিক অথবা সম্মুখ নকশা অঙ্কন করতে হয়। অতঃপর, বিয়ারিংটির সম্মুখভাগ থেকে সোজাভাবে ছেদন করে, বাঁকানো কেন্দ্রবিন্দু পর্যন্ত টেঁকাতে হয় এ

একইভাবে ডান অথবা বাম পার্শ্বের মাঝারি থেকে সোজাভাবে ছেদন করে ডেপ-বিলু পর্যন্ত আসতে হয়। বিয়ারিং-এর পুরু অংশটিই শুধু কাটিতে হয়, কারণ বিয়ারিং-এর মাঝখানের জারগা ফাঁকা। সেখানে কটন করা বা কটন রেখা অঙ্কনের প্রয়োজন হয় না। এরপর বিয়ারিং-এর পুরুত্বের যে অংশটির কটন সামনে পড়ে, সেই অংশে ভূমি থেকে  $85^\circ$  কোণ করে ছেদন রেখা এবং অপর সম্মুখ ছেদন রেখাটি একটি খাঁড়া লাইন টেনে অর্ধ-কতিত নকশার কার্গ সম্পন্ন করা হয়। উদাহরণস্বরূপ, ১.৭১ চিত্রে একটি বুথবিয়ারিং এর আইসোমেট্রিক ও সম্মুখ কতিত-নকশা পাশাপাশি অঙ্কন করে দেখানো হয়েছে।

### সংযোজিত কতিত নকশার গুরুত্ব

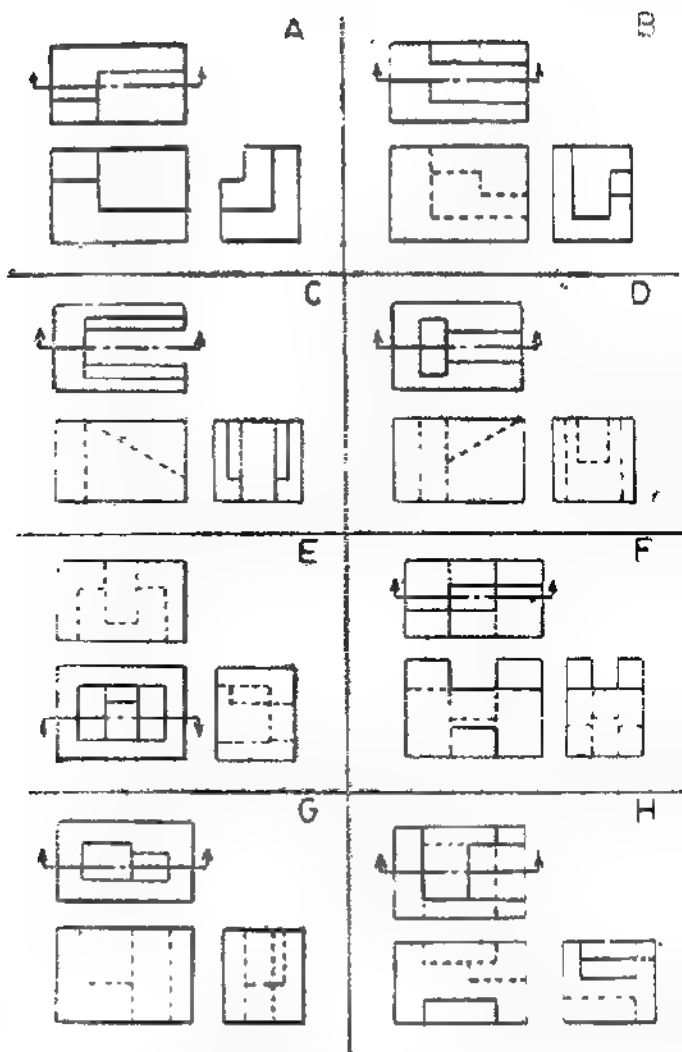
কোন যন্ত্রের যন্ত্রাংশ সংযুক্তিবহায় ওয়ার ডেডরের অংশসমূহ আনখানেক কোনটি কেমনভাবে সংযুক্ত হয়েছে, তা অনুধাবনের জন্যই সংযোজিত কতিত নকশা অঙ্কনের প্রয়োজন হয়। যখন যন্ত্রটির দুই বা ততোধিক সূচবাংশ একেই দেখানোর প্রয়োজন হয়, তখন বিভিন্ন যন্ত্রাংশের জন্য বিভিন্ন কোণে কতিত রেখা আঁরাপ করা হয়। এই ধরনের কতিত নকশা অঙ্কনের জন্য নতুনকে পূর্ণ কটন করা হয়। ১.৭২ চিত্রে একটি ফ্লেক্স ও হাবের সঙ্গে সংযুক্তিবহায় ওয়ার সংযোজিত কতিত নকশা দেখানো হয়েছে।



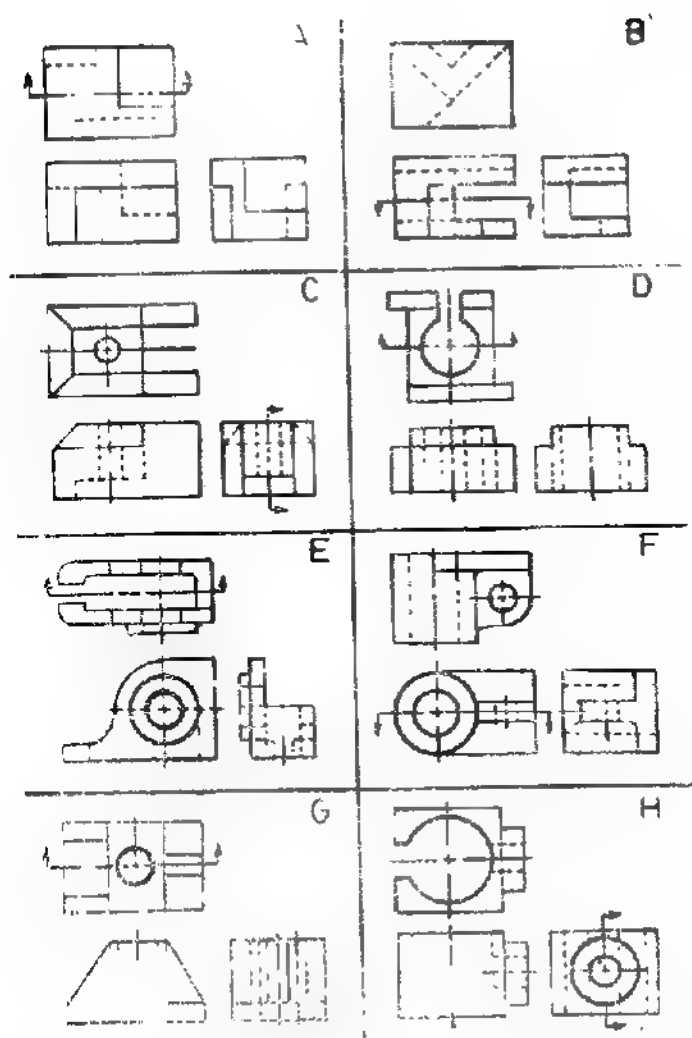
চিত্র ১.৭২ : সংযোজিত কতিত নকশা

এই নকশার কতিত রেখা  $30^\circ$ ,  $85^\circ$  ও  $60^\circ$  কোণে ও নির্দিষ্ট যন্ত্রাংশের জন্য একইদিকে এবং ভিন্ন যন্ত্রাংশের জন্য ভিন্ন কোণে ও বিপরীত দিকে অঙ্কন করে দেখানো হয়। এম কালে বিভিন্ন যন্ত্রাংশকে চিহ্নিত করতে সুবিধা হয়, সেজন্য কারিগরি কর্মকাণ্ডে এই ধরনের নকশা অঙ্কনের গুরুত্ব অপরিসীম।

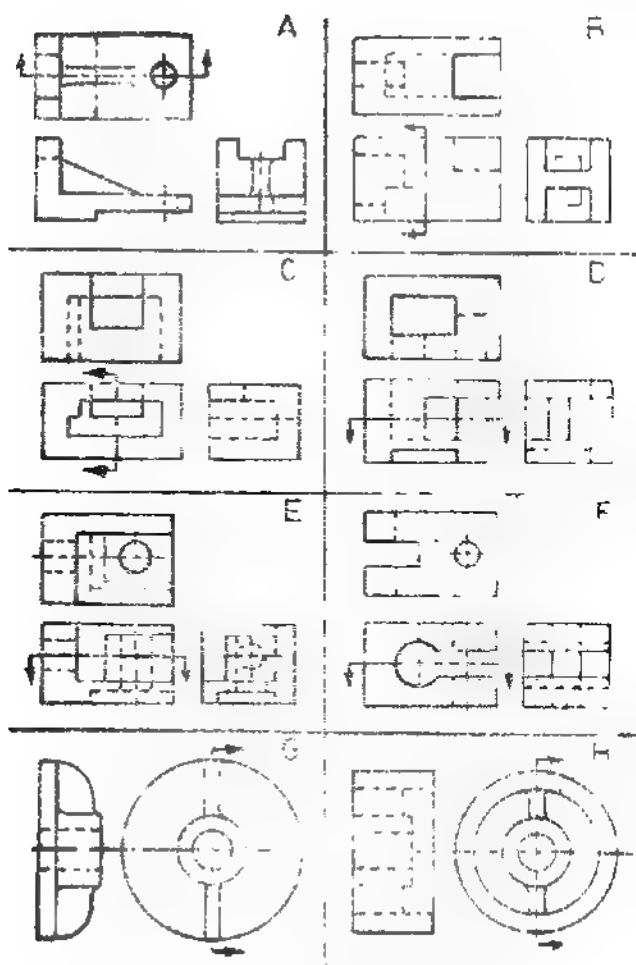




চিত্র ১.৭০ : অর্থোগ্রাফিক পূর্ণকতিত মকলাসমূহ থেকে বস্তু অহিসোমেট্রিক কতিত (পিকটোরিয়াল) মকলাসমূহ অভ্যন্তর প্রণালী।



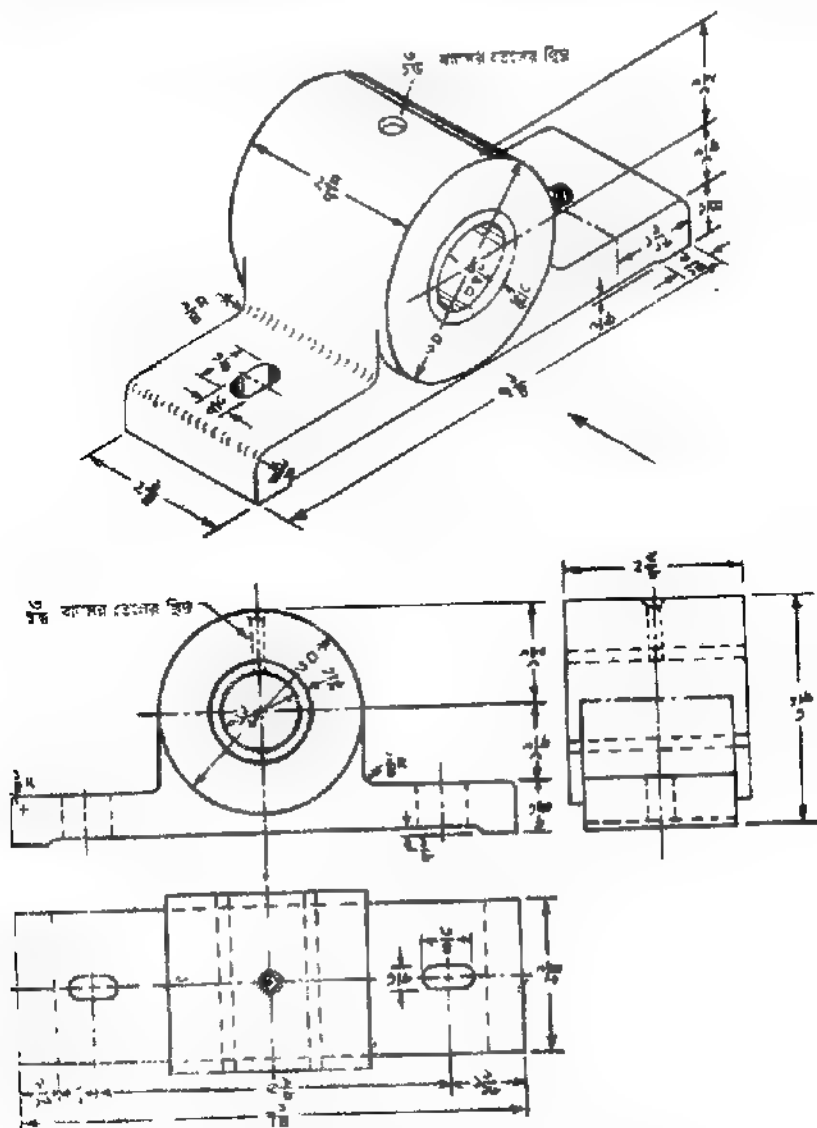
চিত্র ১.৪ : অর্থোগ্রাফিক পূর্ণকতিত নকশাদ্বয় থেকে বস্তুর আইসোমেট্রিক কতিত নকশাদ্বয় অঙ্কনের প্রণালী।



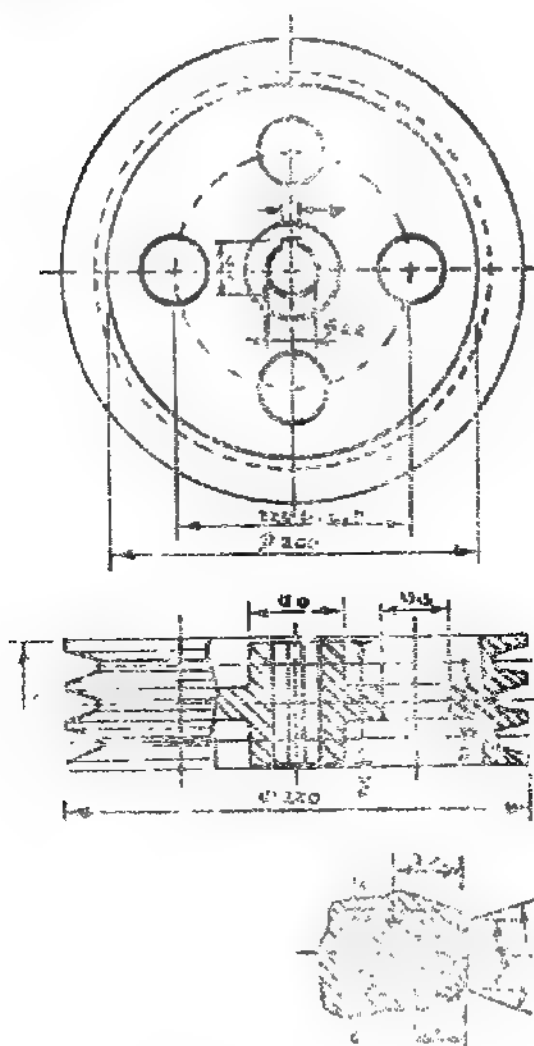
চিত্র ১.৭০ : অর্থোগ্রাফিক পূর্ণকতিত নকশাসমূহ থেকে দৃষ্ট আইসোমেট্রিক কতিত নকশাসমূহ অঙ্কনের প্রণালী।



প্রশ্ন : একটি বৃত্তাকার বিয়ারিং এর পিকটোরিয়াল ও অর্থোগ্রাফিক নকশা দেওয়া আছে, উহাতে অর্ধকৃত্ত অবস্থা দেখাও এবং প্রতিটি নকশায় কর্তব্য রেখা প্রদর্শন কর।



চিত্র ১.৭৮ : একটি বৃত্তাকার বিয়ারিং এর পিকটোরিয়াল ও অর্থোগ্রাফিক নকশা।



চিত্র ১.৭৯ : একটি V-বেল্টপুলি এর আংশিক কতিত নকশা।

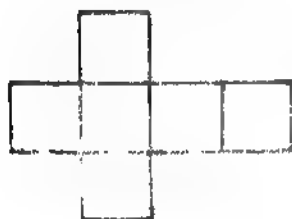
### ডেভেলপমেন্ট বা প্রসারিত নকশা (Development views)

শীটমেন্টাল ড্রাকটিং-এ এই নকশার প্রচলন সবচেয়ে বেশি। কোন কোন বস্তু (cube), চারটি ত্রিভুজিষ্ট বস্তু (Tetrahedron), আটটি ত্রিভুজিষ্ট বস্তু, বাইট

তলবিশিষ্ট বস্তু (Dodecahedron), কুড়িটি তলবিশিষ্ট বস্তু (Icosahedron), প্রিজম (Prism), পিরামিড (Pyramid), মোচাকৃতি বস্তু (cone), প্রভৃতি প্রস্তুত করতে সাধাব্যত মৌলিক শীট (metal sheet) বা ধাতব পাতের প্রয়োজন হয়। এই সকল ভাব্য প্রস্তুত করতে কি পরিমাণ ধাতব পাতের প্রয়োজন হবে, ডেভেলপমেন্ট নকশা তার পরিমাপ নির্দেশ করে।

এই নকশা প্রস্তুত করার সময় প্রথমে বস্তুটির বহির্ক পরিমাপবিশিষ্ট আইসোমেট্রিক, অর্থিক অথবা সমুদ্র নকশা অঙ্কন করতে হয়। অতঃপর বস্তুটির দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, উচ্চতা, পরিমীমা প্রভৃতির পরিমাপ অনুসারে উহার প্রসারিত বা ডেভেলপমেন্ট নকশা অঙ্কন করতে হয়। যে বস্তুটির ডেভেলপমেন্ট নকশা অঙ্কতে হবে উহার যে কোমি এক বা একাধিক কোনা খুলে দিলে নকশা পার্শ্ব প্রসারিত হবে। এই প্রসারিত বস্তুটির নকশা অঙ্কন করলেই তা প্রস্তুতকৃত ধাতব পাতের পরিমাপ পাওয়া যায় এবং উহাকেই ডেভেলপমেন্ট নকশা বলা হয়। কিন্তু উপবিভক্ত বস্তুগুলির ডেভেলপমেন্ট নকশা ধাপে ধাপে বর্ণনা করা হয়েছে।

(ক) ঘনবস্তু (Cube) : যে বস্তুর দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও বেধ বা উচ্চতা বিদ্যমান এবং যেটি তল থাকে, তাকে ঘনবস্তু বলা হয়। ১.৮০ চিত্র অনুযায়ী উক্ত বস্তুর উপর এবং পার্শ্বের জোড়াগুলি খুলে একটি সমতল স্থানে স্থাপন



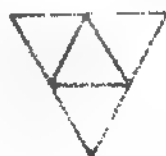
চিত্র ১.৮০ : একটি ঘনবস্তুর ডেভেলপমেন্ট নকশা।

কালে অথবা পরিমাপ মোতাবেক অঙ্কন বাগানের উপর অঁকলে উহার ছয়টি তল একটির সঙ্গে অপরটিকে জোড়া দাগানো অবস্থায় দেখা যাবে। উহাই ঘন বস্তুটির প্রসারিত বা ডেভেলপমেন্ট নকশা।

(খ) চারটি ত্রুণবিশিষ্ট বস্তু (Tetrahedron) : চারটি ত্রুণবিশিষ্ট বস্তু ত্রিভুজ আকৃতিতে তিনটি পার্শ্বতল এবং একটি নিম্নতল থাকে। নিম্নতলটি মাঝে মধ্যে উহার তিন দিক থেকে জোড়াগুলি ধলে দিলে অথবা অঙ্কন কাগজের



চিত্র ১.৮১ : চারটি ত্রুণবিশিষ্ট বস্তু  
ডেভেলপমেন্ট নকশা।



উপর স্থাপন করে বা পরিমাপ অনুযায়ী আঁকিলে উক্ত বস্তুর প্রমাণ হ ডেভেলপমেন্ট নকশা প্রস্তুত হবে। আবার উক্ত পার্শ্বতলগুলি দৃষ্টমান করে এঁটে দিলেই চারটি ত্রুণবিশিষ্ট বস্তু প্রস্তুত হবে। ১.৮১ চিত্রে চারটি ত্রুণবিশিষ্ট বস্তু ডেভেলপমেন্ট নকশা দেখানো হয়েছে।

(গ) আটটি ত্রুণবিশিষ্ট বস্তু (Octahedron) : আটটি ত্রুণবিশিষ্ট বস্তুর উপরে দিকে চারটি ত্রুণ এবং নীচের দিকে চারটি ত্রুণ থাকে। উহার যে কোন



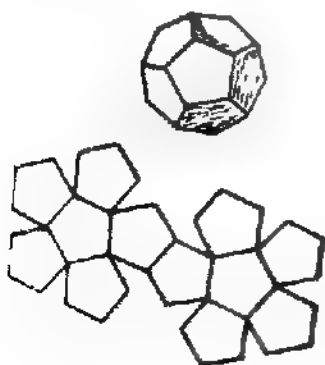
চিত্র ১.৮২ : আটটি ত্রুণবিশিষ্ট বস্তু  
ডেভেলপমেন্ট নকশা।



একটিকে কেন্দ্র করে অপর ত্রুণগুলির কোনার জোড়া ধলে দিলে ১.৮২ চিত্র অনুযায়ী বস্তুর ত্রুণগুলি প্রসারিত হবে। পরিমাপ অনুযায়ী অঙ্কন করে আঁকিলেই আটটি ত্রুণবিশিষ্ট বস্তুর ডেভেলপমেন্ট নকশা উৎপন্ন হবে।



(৪) দ্বাবিংশতল বিশিষ্ট বস্তু (Dodecahedron) : দ্বাবিংশতল বিশিষ্ট বস্তুটি দেখতে অনেকটা ফুটবলের মত এবং এই বস্তুর প্রতিটি তল এক একটি পেন্টাগন আকৃতিতে থাকে। বস্তুটিকে প্রসারণ করতে হলে ১৮৩ চিত্র অনুযায়ী দুটি তলকে কেন্দ্র করে ছয়টি করে তলের সমন্বয়ে দুই গোট কেন্দ্র অঙ্কন করলেই দ্বাবিংশতল বিশিষ্ট বস্তুর ডেভেলপমেন্ট নকশা প্রস্তুত হবে।



চিত্র ১৮৩ : দ্বাবিংশতল বিশিষ্ট বস্তুর  
ডেভেলপমেন্ট নকশা।

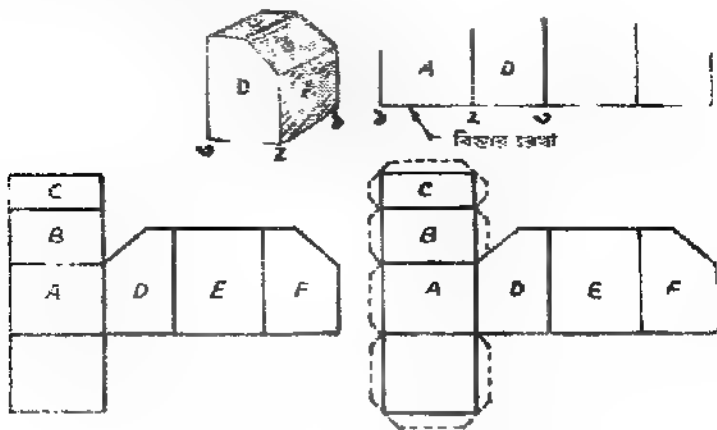
(৫) কুড়িটি তল বিশিষ্ট বস্তু (Icosahedron) : কুড়িটি তল বিশিষ্ট বস্তুকে দেখতে হীলক খণ্ডের মত মনে হয়। উহা কুড়িটি ত্রিকোণাকৃতি পাতের সমন্বয়ে গঠিত হয়। উক্ত বস্তুর ডেভেলপমেন্ট চিত্র আঁকতে হলে ত্রিকোণগুলির



চিত্র ১৮৪ : কুড়িটি তল বিশিষ্ট বস্তুর  
ডেভেলপমেন্ট নকশা।

পরিমাপ অনুযায়ী পাঁচটি করে ত্রিকোণ পাশাপাশি রেখে উপরের একটি ভূমির সঙ্গে এদিক-ওদিক পাঁচ+পাঁচ, মোট দশটি এবং নীচের ভূমির সঙ্গে এদিক-ওদিক পাঁচ+পাঁচ, মোট দশটি ত্রিকোণ পাশাপাশি যাকিনেই উহার ডেভেলপমেন্ট নকশা উৎপন্ন হবে। ১.৮৪ চিত্রে কুড়িটি ত্রিভুজবিশিষ্ট বস্তুর ডেভেলপমেন্ট নকশা দেখানো হয়েছে।

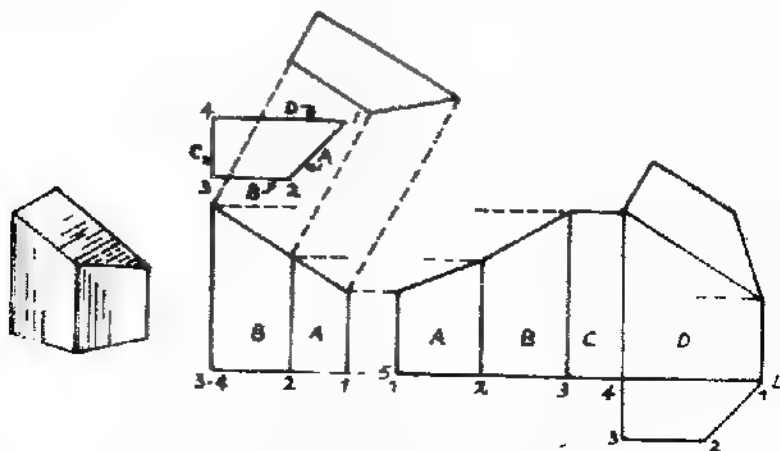
(৫) বস্তুর নমুনা (Pattern) : একটি বস্তুর প্রতিকৃতি বা পরিমাপ অনুসারে যখন অপর একটি বস্তু প্রস্তুত করা হয়, তখন প্রতিকৃতি সম্পন্ন বস্তুটিকে বস্তুর নমুনা বলা হয়। ১.৮৫ চিত্রে উপরের দিকে যে বস্তুটি দেখানো হয়েছে, তাই একটি বস্তুর প্রতিকৃতি। উহার পরিমাপ অনুসারে অপর একটি বস্তু প্রস্তুত করতে ডেভেলপমেন্ট নকশার প্রয়োজন হয়।



চিত্র ১.৮৫ : একটি বস্তুর নমুনার ডেভেলপমেন্ট নকশা।

এই বস্তুটির বিভিন্ন পার্শ্বের পরিমাপ বিভিন্ন রকম, তাই উহার ডেভেলপমেন্ট নকশা প্রস্তুতে আরও বেশি সতর্কতা অবলম্বন করা প্রয়োজন। এখানে বস্তুটির বিভিন্ন তলের পরিমাপ অনুসারে A, B, C, D, E, F দেয়া হয়েছে। A, B, C, D পরিমাপ চারটি দেখা যাচ্ছে, E, F এবং নামবিহীন অংশটি দেখা যাচ্ছে না। এদের মধ্যে E হলো A তলের বিপরীতটি, F হলো D তলের বিপরীতটি এবং নামবিহীন অংশটি হলো বস্তুর নমুনার নীচের তল। সুতরাং বস্তুটির সাহায্যে এর পূর্বপর সাক্ষিগে অঙ্কন করলেই উহার ডেভেলপমেন্ট নকশা প্রস্তুত হবে।

(ছ) প্রিজম (Prism) : একটি প্রিজমের সাধারণত ছয়টি তল থাকে। উহার ডেভেলপমেন্ট নকশা অঙ্কন করতে হলে প্রথমতঃ উপরের নকশা 1 2 3 4 আঁকতে হয়, যার চারটি বাহুর নাম বা পরিমাপ A B C D; অতঃপর উহার নিচে উহার সমুখ নকশা এবং উহার হেলানো বেধের সমান্তরালে অকজিলারী থ্রোন বা নকশা অঙ্কন করা হয়। ইহার ডেভেলপমেন্ট নকশার পরিমাপ বের করতে হলে 1 2 3 4 চতুর্ভুজটির 1-2, 2-3, 3-4 এবং 4-1 এর দৈর্ঘ্যসমূহ যোগ করে SL বেধা অঙ্কন করা হয়। অতঃপর উপরের নকশার ভাগসমূহের পরিমাপ



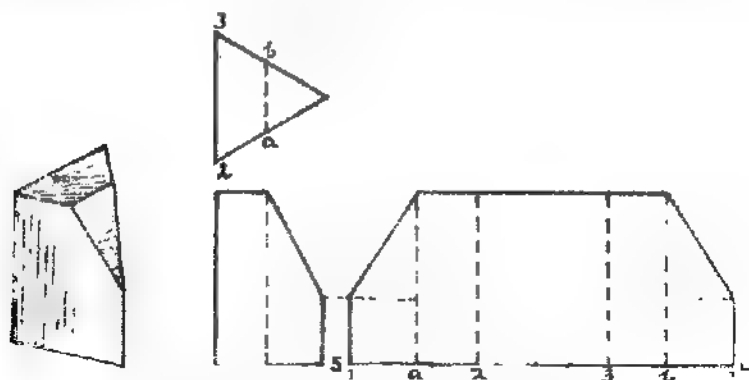
চিত্র ১.৮৬ : একটি প্রিজমের ডেভেলপমেন্ট নকশা।

1, 2, 3, 4, 1 ভাগে SL কে ভাগ করে ভাগসমূহকে যথাক্রমে A, B, C, D নামে চিহ্নিত করা হয়। এরপর সমুখ নকশার উচ্চতা অনুসারে 1, 2, 3, 4, 1 রেখাসমূহের উচ্চতা চিহ্নিত করা হয় এবং D এর উপরের দিকে প্রিজমটির উপরের পরিমাপ অনুযায়ী একটি চতুর্ভুজ এবং নীচের দিকে একই বা 1, 2, 3, 4 এর পরিমাপ অনুযায়ী একটি চতুর্ভুজ আঁকা হয়।

এমতাবস্থায় যে প্রসারণ নকশা উৎপন্ন হলো, উহাই প্রিজমটির ডেভেলপমেন্ট নকশা, যা ১.৮৬ চিত্রে দেখানো হয়েছে।

(জ) দ্বিতীয় প্রিজম : ১.৮৭ চিত্রে দ্বিতীয় প্রিজমের (কর্তনকৃত) ডেভেলপমেন্ট নকশা দেখানো হয়েছে। ইহা মূলতঃ ত্রিকোণবিশিষ্ট একটি বস্তু, তবে উপরের দিকে ডান কর্ণের ঋণিকটা কর্তন করার ফলে তলের সংখ্যা সেই ছয়টিতে পৌঁড়িয়েছে।

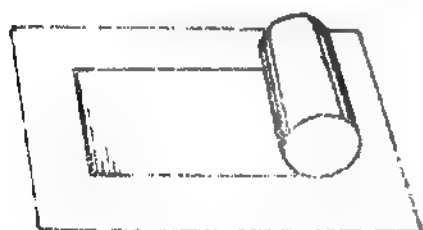
উহার ডেভেলপমেন্ট নকশা অঙ্কন করার উদ্দেশ্যে প্রথমতঃ প্রিজমটির সম্মুখ নকশা, দ্বিতীয়তঃ এ সম্মুখ নকশার সমান্তরালে উপরের দিকে উপরের নকশা অঙ্কন করা হয়, যার নাম 1-2-3 এবং ছেদক বাহুর  $ab$ । ছেদক বাহুর সমান্তরালে সম্মুখ রেখার উপরে ঋজুভাবে উঠে রেখা অঁকা হয়। এতঃপর 1-a, a-2,



চিত্র ১.৮৭ : একটি প্রিজমের ডেভেলপমেন্ট নকশা।

2-3, 3-b এবং b-1 পরিমাপ সম্বলিত SL রেখা একে ডহাতে 1, a, 2, 3, b এবং 1 চিহ্ন আরোপ করা হয়। এরপর সম্মুখ নকশার পরিমাপ এবং ১.৮৭ চিত্র মাতাবেক সমান্তরাল ও ছোলানো রেখা টেনে ডেভেলপমেন্ট নকশাটি পূরণ করা হয়।

(খ) সিলিন্ডার (Cylinder) : কোন সিলিন্ডারের আকৃতিতেই উহার ডেভেলপমেন্ট নকশাও তৈরি করা যায়। এখানে প্রথমতঃ একটি অঙ্কন এবং পরবর্তীতে একটি কৌণিক ছেদনকৃত সিলিন্ডারের ডেভেলপমেন্ট নকশা দেখানো হয়েছে।

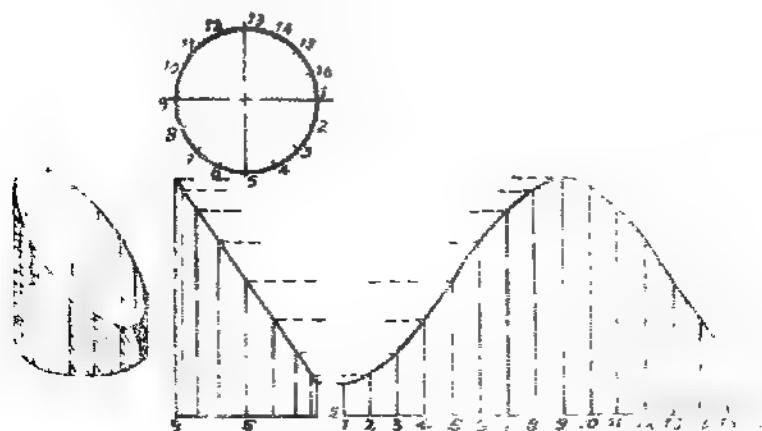


চিত্র ১.৮৮ : একটি অঙ্কন সিলিন্ডারের ডেভেলপমেন্ট নকশা।

একটি আয়তক্ষেত্রের পরিমাপ পাঠকে জড়ানো হলে যেমন একটি অঙ্কন সিলিন্ডার উৎপন্ন হয়; তেমনি একটি অঙ্কন সিলিন্ডারের ছোড়া ছাড়িয়ে দিলে

অথবা উহার প্রসারণ নকশাকে একটি অঙ্কন কাগজে আঁকলে উহার প্রকৃত পরিমাপবিশিষ্ট ডেভেলপমেন্ট নকশা পাওয়া যাবে, যার প্রকৃতি হবে আয়ত-ক্ষেত্রের ন্যায়। ১.৮৮ চিত্রে একটি অখণ্ড সিলিণ্ডারের ডেভেলপমেন্ট নকশা দেখানো হয়েছে।

একটি হেলানোভাবে ছেদনকৃত সিলিণ্ডারকে ডেভেলপমেন্ট বা প্রসারণ করতে হলে প্রথমতঃ উহার ব্যাসের পরিমাপ অনুসারে নকশা আঁকতে হয়। এরপর দুই গোলাকার ক্ষেত্রকে সিলিণ্ডারের পার্শ্বের সংখ্যা বোতামের মতোভাবে ভাগ

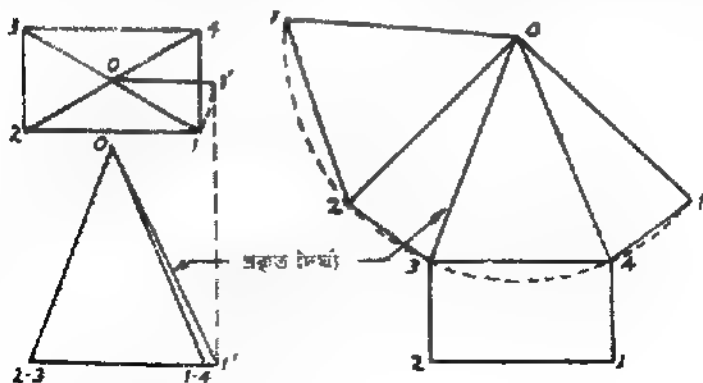


চিত্র ১.৮৮ : একটি ছেদনকৃত বা কতিত সিলিণ্ডারের ডেভেলপমেন্ট নকশা।

করা হয়। অতঃপর উপরের নকশার নিচের দিকে প্রোজেকশন রেখা টেনে সিলিণ্ডারটির সম্মুখ নকশা আঁকা হয় এবং উহার উচ্চতা বিবেচনা করে ডানদিকে সর্বনিম্ন এবং বামদিকে সর্বোচ্চ রেখা রেখে দাগ টেনে দিতে হয়। উপরের নকশার ভাগসমূহের রেখা বরাবর সম্মুখ নকশাতেও টানা হয়।

অতঃপর সম্মুখ নকশার ভূমি সমান্তরাল এবং উপরের নকশার পরিসীমার সমান SL রেখা টানা হয় এবং উদ্যকে উহার ভাগ বোতামের 1, 2, 3 থেকে 15, 16, 1 মোট ১৬ ভাগে ভাগ করা হয়। অতঃপর সম্মুখ নকশার খাত্তা ছেদক বিন্দু থেকে ডাটেড রেখা টেনে ডেভেলপমেন্ট নকশার উচ্চতা নির্দেশ করে নকশার কাজ সম্পন্ন করা হয়। ১.৮৯ চিত্রে একটি কতিত সিলিণ্ডারের কতিত নকশা দেখানো হয়েছে।

(৩৩) পিরামিড (Pyramid) : একটি পিরামিডের সাধারণত নিচের দিক একই পরিমাপ অথবা জোড়া হিসাবে কিছু ছোট-বড় এবং উপরের দিক চারটি পার্শ্ব সূচাপ্ত হয়ে একটি বিন্দুতে যোগে গেছে। এই পিরামিডের ডেভেলপমেন্ট নকশা অঙ্কন করতে হলে উহার কেন্দ্রবিন্দু থেকে বাহুগুলির কোণিক দূরত্ব হিসেবে



চিত্র ১৯০ : একটি পিরামিডের ডেভেলপমেন্ট নকশা।

প্রথমতঃ উহার উপরের নকশা (top view) ; দ্বিতীয়তঃ উহার সম্মুখ নকশা (front view) এবং তদুপর নকশার সংলগ্ন কোণিক দূরত্বের বৃত্তচাপের পরিমাপ অনুযায়ী প্রকৃত দৈর্ঘ্যের রেখা টানতে হয়। এই প্রকৃত দৈর্ঘ্য টানার উপর হলে, পিরামিডের পার্শ্ব ও বাড়া রেখার দৈর্ঘ্য অনুযায়ী ডেভেলপমেন্ট নকশা উহার পরিমাপ সহজে প্রদর্শনের সুবিধা হয়।

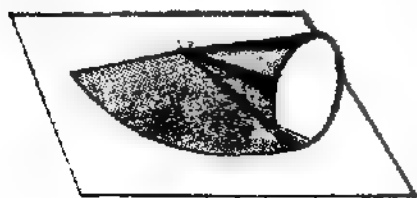
অতঃপর, কল্পটির উপরের নকশানুযায়ী দেখা যায় যে, উহার 21 ও 43 বাহু দুটি পরস্পর সমান এবং অপর দুটি বাহু 14 ও 23 অপেক্ষা বড়, এবং পরবর্তী বাহু দুটিও পরস্পর সমান। এখন O বিন্দুকে কেন্দ্র করে ১৯০ চিত্র অনুযায়ী এবং O-1' প্রকৃত দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট বাহুর সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি অর্ধবৃত্ত অঙ্কন করা হল। উক্ত অর্ধবৃত্ত রেখার উপরে পিরামিডের চারটি তল রেখার পরিমাপ অনুযায়ী 1, 2, 3, 4 এবং 1 এই পাঁচটি ভাগে ভাগ করে বরাবর O-1, O-2, O-3, O-4 এবং O-1 যোগ করা হয়। এবং 1-2, 2-3, 3-4, 4-1 প্রভৃতি যোগ করলে উক্ত চারটি তলের পরিমাপ পাওয়া যাবে এবং এভাবে উহার ডেভেলপমেন্ট নকশা উৎপন্ন হবে।

এই নকশার 34 বাহুটির 3 এবং 4 বিন্দুদ্বয়ের উত্তর পার্শ্ব থেকে দুটি ছোট বাহু ও 34 এর সমান্তরাল একটি রেখা অঙ্কন করলে পিরামিডটির প্রকৃত ত্রুটি

কোনো বস্তুৰ উৎপত্তি হ'বলৈ এৰা ১ ২ ৩ ৪ উহাৰ নামান্তৰ নক্সা। আধাৰ কেৱল ঠিক  
পেৰে ডেভেলপমেন্ট নকশাটিৰ উত্তৰ পাৰ্শ্বত ১। বোকা দুটি একীভূত কৰিলেও  
উহা আধাৰ পূৰ্বৰ পিৰামিডেৰ ৰূপ ধাৰণ কৰিব পাৰে।

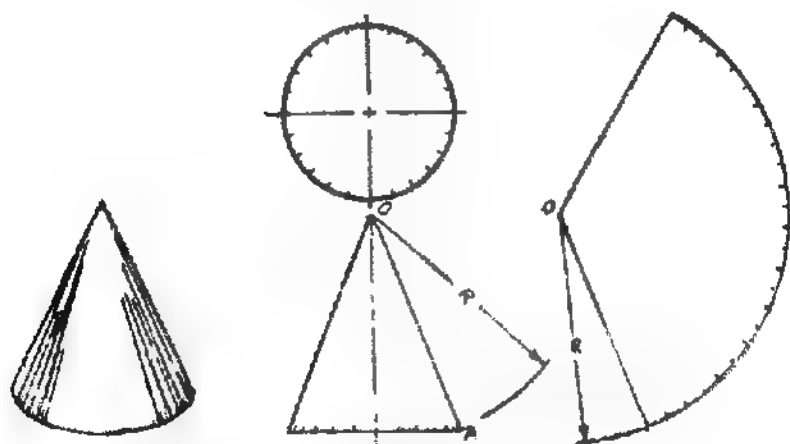
(৫) মোচাকৃতি বস্তু (Cone) : একটি মোচাকৃতি বস্তু বলতে, উহাৰ নিচের  
অংশ বা ভূমি গোলাকার; বস্তুটির নির্দিষ্ট উচ্চতা বিদ্যমান এবং উপরের অংশটি  
একটি বিন্দুতে সূচাখের মত মিলেছে।

উহাৰ ডেভেলপমেন্ট নকশা অঙ্কন কৰিতে হলে, সাধাৰণভাবে কোন টিন ও  
হালুই দ্বাৰা নিৰ্মিত মোচাকৃতি বস্তুৰ আনাই ধুলে দিয়ে অঙ্কন শীটত উপৰ দাগ



চিত্র ১.৯১ : একটি মোচাকৃতি বস্তুৰ  
ডেভেলপমেন্ট নকশাৰ তল (সাধাৰণভাবে)।

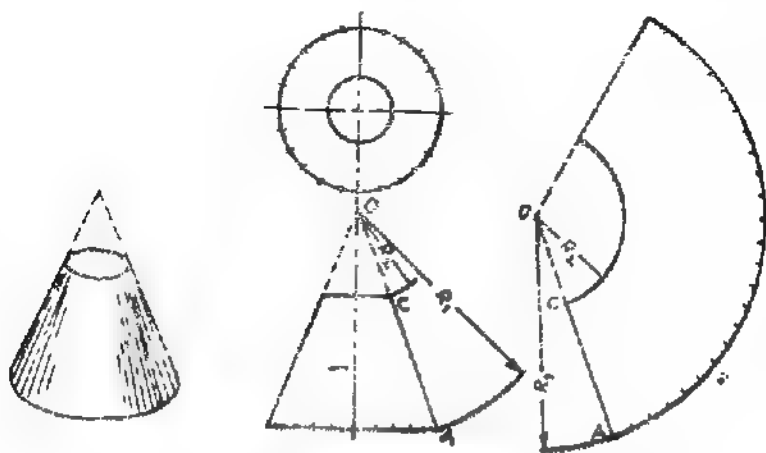
কৰিতে হয়। উপরের ১.৯১ চিত্রে একটি মোচাকৃতি বস্তুৰ সাধাৰণভাবে অঙ্কিত  
তলৰ ডেভেলপমেন্ট নকশা দেখানো হৈছে।



চিত্র ১.৯২ : একটি মোচাকৃতি বস্তুৰ ডেভেলপমেন্ট নকশা।

কিন্তু প্রযুক্তিগতভাবে একটি মোচাকৃতি বস্তুর ডেভেলপমেন্ট নকশা অঙ্কন করতে, ১.৯২ চিত্র অনুযায়ী প্রথমতঃ উহার নিচের দিকের বৃত্তের পরিমাপ অনুযায়ী একটি বৃত্ত অঙ্কন করে উহাকে ঘোলজাগে বিভক্ত করা হয়। অতঃপর উহার নিচের দিকে বস্তুর সন্মুখ নকশা একে উপরের নকশার ভাগের সমান সমান্তরালে উহার ভূমির উপর বিভক্তকরণ দাগ টানতে হয়। অতঃপর বৃত্তের হেলানো রেখার পরিমাপ অনুযায়ী একটি অর্ধবৃত্ত আঁকা হয় এবং পরিমাপ মোচাকৃতি বস্তুর প্রকৃত দৈর্ঘ্য বা হেলানো উচ্চতা বলে প্রতীয়মান হয়। উহাকে চিত্রে R নামে চিহ্নিত করা হয়েছে। এই ডেভেলপমেন্ট বৃত্তের পরিধিতে উপরের নকশার বৃত্তের বিভক্তকরণ দাগ অনুসারে ঘোলাটি ভরের সমান লাগ টেনে প্রথম OA এবং শেষের OA বোগ করলেই উহার ডেভেলপমেন্ট নকশা সজ্জিত হয়।

(৬) সোজাভাবে ছেদনকৃত মোচাকৃতি বস্তু : একটি মোচাকৃতি বস্তুর উপরের দিক থেকে আংশিকভাবে ছেদন করে সেই পরিমাপ মোতাবেক প্রথমতঃ উহার



চিত্র ১.৯৩ : একটি সোজাভাবে ছেদনকৃত মোচাকৃতি বস্তুর ডেভেলপমেন্ট নকশা।

সন্মুখ নকশা অঙ্কন করতে হয়, অতঃপর উহার ছেদনকৃত অংশের কেন্দ্রবিন্দু থেকে উহার পার্শ্বদেশের দৈর্ঘ্য মোতাবেক প্রকৃত দৈর্ঘ্য অঙ্কন করা হয় এবং উহাকে  $R_1$  নামে চিহ্নিত করা হয়। মোচাকৃতি বস্তুর যে অংশটি কেটে ফেলা হয়েছে, উক্ত অংশের প্রকৃত দৈর্ঘ্য  $R_2$  বলা হয়েছে।



অতঃপর সম্মুখ নকশার সমান্তরাল প্রোজেকশন রেখা টেনে উহার উপরের নকশা অঙ্কন করা হয়। মোচাকৃতি বস্তুটির উপর এবং ভূমি গোলাকার বিধায় উহার উপরের নকশা দুটি বৃত্তরূপে ধারণ করে। এরপর বাইরের বৃত্তের পরিধিকে ১.৯৩ চিত্র অনুযায়ী ঘোলভাগে বিভক্ত করা হয়। অতঃপর সম্মুখ নকশাতে দুটি বাহুর প্রকৃত দৈর্ঘ্য  $R_1$  ও  $R_2$  অনুযায়ী ডেভেলপমেন্ট নকশার  $O$  বিন্দুতে পরপর দুটি অর্ধবৃত্ত অঙ্কন করা হয় এবং অর্ধবৃত্তের বাইরের বৃত্তচাপকে মোট ঘোলভাগে ভাগ করে উহার উভয় কর্ণকে  $O$  বিন্দুর সঙ্গে যোগ করে দেয়া হয়। সম্মুখ নকশার  $CA$ , ডেভেলপমেন্ট নকশার  $CA$  এর সমান, তাহলে এই ডেভেলপমেন্ট নকশার ক্ষেত্রের পরিমাপ সোজাভাবে ছেদনকৃত বস্তুটির ক্ষেত্রের সমান হবে।

### প্রশ্নমালা

- ১। (ক) কারিগরি বা প্রকৌশল-অঙ্কন (Engineering Drawing) বলতে কি বুঝ ?  
 (খ) ইহা কত প্রকার ও কি কি ?  
 (গ) একটি যান্ত্রিক অঙ্কনের চিত্র এঁকে দেখাও।
- ২। (ক) নকশা অঙ্কন প্রক্রিয়া বলতে কি বুঝ ?  
 (খ) ইহা কত প্রকার ও কি কি ? উহাদের পার্থক্য দেখাও।  
 (গ) একটি যন্ত্রের যন্ত্রীয় নকশা অঙ্কন কর।
- ৩। (ক) “বহুভুজ” বলতে কি বুঝ ?  
 (খ) একটি “যত্ভুজ” এঁকে দেখাও।  
 (গ) একখণ্ড সূতার সাহায্যে একটি ইলিপ্স অঙ্কন কর।
- ৪। (ক) পিকটোরিয়াল অঙ্কন বলতে কি বুঝ ?  
 (খ) ইহাকে সাধারণত কি কি নামে শ্রেণীভেদ করা যায় ?  
 (গ) আইসোমেট্রিক নকশা কি ? একটি দানাতনের আইসোমেট্রিক নকশা অঙ্কন করে দেখাও।
- ৫। (ক) “প্রোজেকশন নকশা” বলতে কি বুঝ ?  
 (খ) ইহা সাধারণত কত প্রকার ও কি কি ?  
 (গ) একটি যন্ত্রবাহক “অঙ্গীপ্রাণিক প্রোজেকশন নকশা” অঙ্কন করে দেখাও।

- ৬। (ক) অক্সিজেনারী নকশা অঙ্কনের নিয়মগুলি লিখ।  
 (খ) কতিত নকশা (sectional view) বলতে কি বুঝ।  
 (গ) এই নকশা অঙ্কনের প্রয়োজনীয়তা বা গুরুত্ব বর্ণনা কর।  
 (ঘ) উদাহরণস্বরূপ একটি বস্তুকে পূর্ণ কতিত করার নকশা অঙ্কন কর।
- ৭। (ক) একটি বৃশ বিয়ারিং-এর অর্ধ-কতিত নকশা (Half sectional view) অঙ্কন করে দেখাও।  
 (খ) চিত্রসহ সংযোজিত কতিত নকশার গুরুত্ব (Assembled sectional view) বর্ণনা কর।
- ৮। (ক) ডেভেলপমেন্ট বা বিস্তার নকশা (Development view) বলতে কি বুঝ।  
 (খ) এই নকশা অঙ্কনের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।  
 (গ) একটি আট তলবিশিষ্ট বস্তুর ডেভেলপমেন্ট নকশা অঙ্কন কর।  
 (ঘ) একটি প্রিজমের ডেভেলপমেন্ট নকশা অঙ্কন কর।
- ৯। (ক) একটি সিলিন্ডারের ডেভেলপমেন্ট নকশা অঙ্কন কর।  
 (খ) অঙ্কন প্রণালী উল্লেখ করে একটি পিরামিড-এর ডেভেলপমেন্ট নকশা অঙ্কন কর।  
 (গ) একটি মোচাকৃতি (cone) বস্তুর ডেভেলপমেন্ট নকশা অঙ্কন কর।
- ১০। (ক) 'কেল' বলতে কি বুঝ? উহা কত প্রকার ও কি কি? উহাতে R. F ব্যবহারের প্রয়োজন কি?  
 (খ) ভোমার পছন্দ মত যে কোন দুই প্রকার কেল অঙ্কন করে দেখাও।
- ১১। ১ ফুটকে ১৬ ইঞ্চি নির্দেশ করে ইঞ্চি ও ফুটের সমন্বয়ে এমন একটি সরল বা সাধারণ কেল অঙ্কন কর, যা থেকে ৫ ফুট পর্যন্ত দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা সম্ভব হয়। উপরন্তু, এতে ৩ ফুট ৮ ইঞ্চি দৈর্ঘ্য দেখাও।
- ১২। ১০ মিলিমিটার দ্বারা ৫০ মিলিমিটার নির্দেশ করে এমন একটি সরল কেল অঙ্কন কর, যাতে সেন্টিমিটার ও মিলিমিটার উভয়ই নির্ণয় করা সম্ভব হবে।
- ১৩। এমন একটি ডায়াগোনাল কেল অঙ্কন কর, যার  $R. F. = \frac{1}{2000}$  যাতে ১ মিটার থেকে ৪০০ মিটার পর্যন্ত দূরত্ব দেখানো সম্ভব হয় এবং উদ্দিষ্ট স্কেলে ১৭৫ মিটার দূরত্ব চিহ্নিত কর।

- ১৪। এমন একটি ডায়াগোনাল স্কেল অঙ্কন কর, যাতে গজ, ফুট এবং ইঞ্চি দেখিয়ে ১" ইঞ্চি = ১ গজ বরাতে হবে। যা থেকে ৭ গজ পর্যন্ত দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা সম্ভব হয় এবং এতে ৫ গজ ২ ফুট ৬ ইঞ্চি দৈর্ঘ্য দেখাতে হবে।
- ১৫। একটি মানচিত্রে ১ বর্গ সেক্টিমিটার পরিমাপ আয়তাকার কেন্দ্র ১৬ বর্গ কিলোমিটার মাপের সদৃশ আয়তাকার ক্ষেত্র নির্দেশ করে। কিলোমিটার মাপ দেখাবার উপযোগী একটি সরল স্কেল অঙ্কন কর এবং এতে ৪৫ কিলোমিটার দৈর্ঘ্য দেখাও।
- ১৬। একটি গোল যন্ত্রাকার জলাধারের উপরিভাগ ৫০০ গ্যালন হারে চিহ্নিত করা আছে। জলাধারটির ভিতরের ব্যাস ১৫ ফুট। অঙ্কনীর সবল স্কেলের R. F.  $\frac{1}{4}$  এবং ১ ঘনফুট পানি = ৬.২৫ গ্যালন, স্কেলটি অঙ্কন কর।
- ১৭।  $\frac{1}{4}$  R. F. নিয়ে মিটার, ডেসিমিটার এবং সেক্টিমিটার সম্পর্কিত একটি কর্ণ বা ডায়াগোনাল স্কেল অঙ্কন কর এবং এতে ২ মিটার ৬ ডেসিমিটার ও সেক্টিমিটার পরিমাপ চিহ্নিত কর।
- ১৮। একটি মানচিত্রে ১ ইঞ্চি দৈর্ঘ্য = ১ মাইল দূরত্ব নির্দেশ করে। মাইল, ফার্নিং এবং কমপক্ষে ২২ গজ দূরত্ব দেখিয়ে একটি ডায়াগোনাল স্কেল অঙ্কন কর এবং এতে ৪ মাইল ৫ ফার্নিং ১০০ গজ দূরত্ব দেখাও।
- ১৯। একটি ফুল সাইজ (১:১) ডায়াগোনাল স্কেল অঙ্কন কর, যাতে সেন্টিমিটার, মিলিমিটার নির্দেশ এবং মিলিমিটারকে দশমাংশে পবিগত করে দেখাতে হবে।

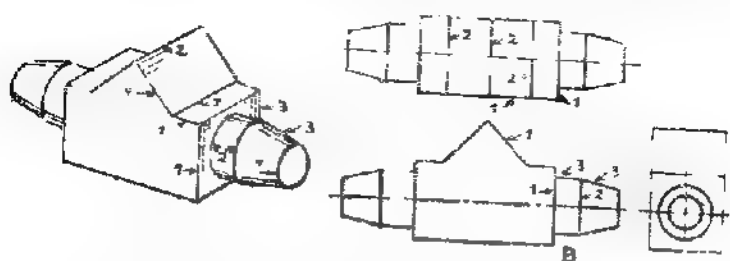
## দ্বিতীয় অধ্যায়

### বৈখিক তল ও ইন্টারসেকশন

#### রেখাসমূহের ধারণা

অনেকগুলি সরল, বক্র, হেলানো, ঝাঁড়া অথবা সমান্তরাল রেখাসমূহের দ্বারা একটি আইসোমেট্রিক নকশা গঠিত হয়। আবার সেই নকশাকে অর্থোগ্রাফিক নকশায় পরিণত করলে, উহার পূর্বকার রেখাসমূহের অনেকটা পরিবর্তন সাধিত হয়। আইসোমেট্রিক নকশার আকার পরিবর্তনশীল রেখাগুলো চিহ্নিত করে উহা অর্থোগ্রাফিক নকশায় বিভিন্ন রেখার লিপিবদ্ধ করলে নকশায় রেখাসমূহের অর্থ অনুধাবন করা যায়।

২.১ চিত্রে একটি আইসোমেট্রিক ও অপরটি অর্থোগ্রাফিক নকশায় সমস্ত রেখার ব্যবহার ও চিহ্নিতকরণের ধারণা দেওয়া হয়েছে। উক্ত রেখাসমূহের



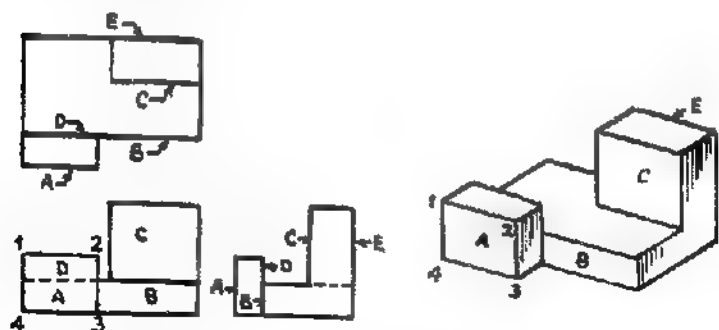
চিত্র ২.১ : নকশায় রেখাগুলোর ধারণা।

একটি তলের প্রান্তদেশের নকশা (end view) পরস্পর দুটি তলের (surface) ইন্টারসেকশন অথবা তলের বহির্দেশীয় রেখা নির্দেশ করে। উদাহরণস্বরূপ, চিত্র ১ নম্বর রেখার তলসমূহের পার্শ্বতল, এমনকি তলসমূহের ইন্টারসেকশন নির্দেশ করেছে। ২ নম্বর রেখা, তলসমূহের ইন্টারসেকশন এবং ৩ নম্বর রেখাসমূহ বস্তু বা যন্ত্রটির একটি যন্ত্রাংশ বা উপাদান নির্দেশ করেছে।

#### সমান্তরাল তলের ধারণা

প্রকৃতপক্ষে, তিন বা ততোধিক রেখা দ্বারা গীমাবদ্ধ ক্ষেত্রকে তল বলে। অর্থোগ্রাফিক নকশায় যে তিনটি চিত্র তুলে ধরা হয়, তা হলো, উপরের নকশা

(top view), সম্মুখ নকশা (front view) এবং পার্শ্বদেশের নকশা (side view)। এই নকশাগুলিতে তল দেখানো সম্ভব নয় বলেই আইসোমেট্রিক নকশাতে তলসমূহের যে নাম A, B, C, D, E, F প্রভৃতি দ্বারা প্রকাশ করা হয়; অর্থোগ্রাফিক নকশায় এই নামগুলো তল সংলগ্ন রেখার সঙ্গে লিপিবদ্ধ করা হয়। তাহলে,



চিত্র ২.২ : সমান্তরাল রেখা দ্বারা অঙ্কিত প্রান্তরাকার তলের ধারণা ও সহজে চিহ্নিতকরণ প্রক্রিয়া।

অর্থোগ্রাফিক নকশা থেকে সহজে আইসোমেট্রিক নকশা এবং আইসোমেট্রিক নকশা থেকে অর্থোগ্রাফিক নকশা অঙ্কনে খুব সুবিধা হয়। ২.২ চিত্রে সমান্তরাল রেখার সাহায্যে অঙ্কিত তলসমূহকে A, B, C, D, E এবং তলসমূহের ইন্টারসেকশন রেখাসমূহকে 1, 2, 3, 4 দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে।

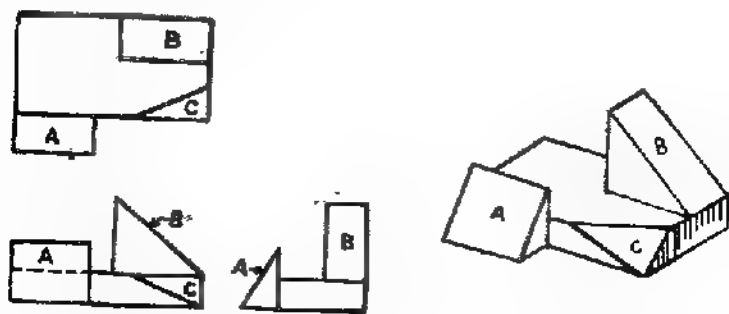
উক্ত চিত্রানুযায়ী, যখন বস্তুটিকে সম্মুখ থেকে দেখা যায়, তখন উহার তিনটি স্পষ্ট তল এবং দুটি অস্পষ্ট তল পারিলক্ষিত হয়। তল A কে চারটি রেখা দ্বারা বুঝানো হয়, যেমন: 1—2, 2—3, 3—4, এবং 4—1 এবং অন্যান্য নকশায়ও এই নম্বর লিপিবদ্ধ করা হয়। সম্মুখ নকশায় A তলটি সবচেয়ে স্পষ্টভাবে দৃশ্যমান হয়, কারণ উহা দর্শকের সন্নিকটে থাকে। একই উদ্দেশ্যে B ও C তলসমূহও চিহ্নিত করা হয়। B তলটি A তলের তুলনায় একটু ভেতরে এবং C তলের সামনে আছে, যা বস্তুটির পার্শ্ব ও উপর-নকশা থেকে দৃশ্যমান হয়।

বস্তুটির D ও E তলসমূহ উপরের নকশায় দেখা যায় না বলে উহা ডটেড (hidden or doned) রেখা টেনে বুঝানো হয়। পার্শ্বদেশের নকশায় দুটি স্পষ্ট এবং দুটি অস্পষ্ট তল থাকে।

### হেলানো তলের ধারণা

হেলানো রেখা দ্বারা আনিসোট্রপিক নকশা প্রস্তুত করা হলে, মর্ফোলজিক নকশারও হেলানো রেখার সমাবেশ থাকে। ২.৩ চিত্রে হেলানো রেখা দ্বারা অঙ্কিত হেলানো তলের ধারণা ও সহজে চিহ্নিতকরণ প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে।

উক্ত নকশায় তল A দর্শকের সম্মুখে অবস্থান করছে, বা সম্মুখীয় ও আনুভূমিক প্লেনব্লয়ের সঙ্গে হেলানোভাবে সংযুক্ত আছে। পার্শ্বদেশের নকশায় প্লেনের সঙ্গে এই তলসমূহ খাড়াভাবে এবং একই রেখাতে অবস্থান করছে। তল B



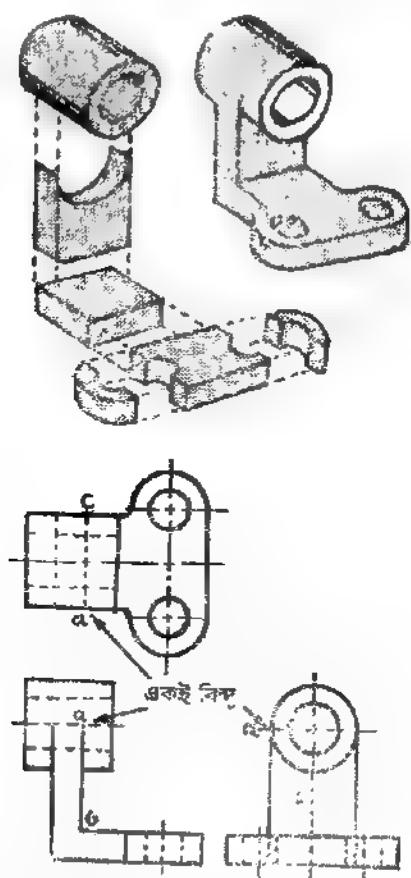
চিত্র ২.৩ : হেলানো রেখা দ্বারা অঙ্কিত হেলানো তলের ধারণা ও সহজে চিহ্নিতকরণ প্রক্রিয়া।

আনুভূমিক এবং পার্শ্ব দেশের প্লেনে হেলানোভাবে এবং সম্মুখ প্লেনে খাড়াভাবে দৃশ্যমান হয়ে একই প্লেনে একটি রেখার মত অবস্থান করছে। তল C, তিনটি প্লেনেই হেলানোভাবে অবস্থান করছে। সম্মুখ নক্সায় যে তলটি দেখা যাচ্ছে না, সেই প্লেনকে ডাউড লাইন দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে। এই তলের দেখা এর যে ইন্টারসেকশনে নিলেছে, সেই বিন্দু কর্ণসমূহকে সংখ্যা বা অক্ষর দ্বারা চিহ্নিত করা চলে।

### বক্রতল ও সমতলের ধারণা

বিয়ারিং, সিলিণ্ডার, সিলিণ্ডারের অংশসমূহ, আনিসোট্রপিক প্রিজম প্রভৃতির নকশা প্রস্তুত করতে একাধিক বক্রতল ও সমতলের প্রয়োজন হয়। উহাদের বিভিন্ন প্রকার নকশা প্রস্তুত করতে উক্ত তলসমূহ কিছু স্পষ্ট রেখা এবং কতকগুলি

অঙ্কনটি দেখা ব্যবহৃত হয়। ২.৪ চিত্রে একটি বিরালি এবং বিভিন্ন প্রকার পিকটোরিয়াল নকশা দেখানো হয়েছে। উল্লেখ্য যে, পাশ্চাত্যের নকশার A তল



চিত্র ২.৪ : একটি বিরালি-এর পিকটোরিয়াল নকশা ব্যবহৃত বিভিন্ন বস্তুতল এবং সমতলের ধারণা ও চিহ্নিতকরণ প্রক্রিয়া।

পূর্ণরেখা দ্বারা, সম্মুখ নকশার উহা প্লট রেখা ab দ্বারা এবং উপরের নকশায় (t p v.ew) হলিকা বা অঙ্কন রেখা ac দ্বারা দেখানো বা বুঝানো হয়েছে।

এই তিনটি নকশা একটি অপরটির সঙ্গে তুলনা করলে বুঝা যাবে যে, কিভাবে এই সকল নকশার বিভিন্ন অংশকে তুলে ধরা বা বর্ণনা করা হয়েছে। এই

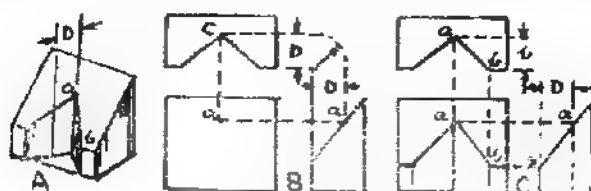
নকশাচিত্রের স্পষ্ট অথবা অস্পষ্ট রেখাসমূহের ক্ষেত্রবিশেষে ব্যবহার এবং বিশদ করে এই তিনটি নকশায় উক্ত রেখাসমূহের প্রয়োগশীলতা বর্ণনা করলে বিয়ারিং-এর পূর্ণ বর্ণনা সম্পন্ন হয়। এই তিনটি নকশা বলতে বিয়ারিং-এর উপরের (top), সম্মুখ (front) এবং ডান পার্শ্বের চিত্রসমূহকেই বুঝানো হয়েছে। এখন আমরা চেষ্টা করে দেখতে পারি যে, বিয়ারিংটির তলদেশ (bottom), পিছন (rear) এবং বামপার্শ্বের নকশাসমূহ দেবতে কেনন হওয়া উচিত; তদুপরি কোন রেখাসমূহ স্পষ্ট এবং কোনগুলি অস্পষ্ট বা ডটেড হওয়া উচিত।

তবে, এটা স্পষ্ট যে, উপরিউক্ত সমুদ্র নকশার উল্লেখিত ৫ বিলুপ্ত ভাণ্ডার নকশার টানড্রোট বা স্পর্শক বিন্দু হিসেবে চিহ্নিত হয়েছে।

### রেখাসমূহের প্রক্ষেপকণন (Projection of lines)

এই প্রোজেক্টশন বলতে সবার বিশ্বাসমুহুরে, সরসরেশ্বানমুহুরে, বৎ ১৯০-  
২৩৫৮ প্রেম ঈশ্বরমুহুরে, বক্রতনমুহুরে প্রোজেক্টশন প্রতিষ্ঠা করা।

(ক) সমস্ত বিন্দুসমূহের প্রক্ষেপকণন (Projections of points): কোন কোন আইসোটের্মিক নকশায় সে সকল বিশেষ বৈশিষ্ট্য সমাবেশ থাকে, সেই বৈশিষ্ট্যগুলি



हिज २.६ : मक्या फाइन ७ प्रतिस्पर्धिते दिल्लन देव बाबशर ।

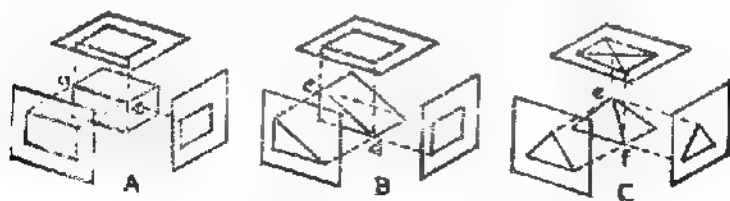
অর্থোথ্রাফিক নকশাগুলে যুক্তিহীন ভোনার সুবিধার্থে বিশেষ বিলুপন প্রয়োগ করা হয়েছে। প্রয়োজনীয় রেখা টেনে নকশার পূর্ণতা কিভাবে আনা হয়। ২.৫ চিত্র নকশা ত্রুটি ও পরিষ্কৃতি বিলুপন প্রয়োগের ব্যবহার দেখানো হয়েছে।

এই চিত্রের বিশেষ বিন্দু  $a$  এবং দূরত্ব  $D$  দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে। উক্ত বিন্দু ও দূরত্বের পরিমাপ দ্বারা তিনটি নকশা (three views) অঙ্কন করা হয়েছে।  $B$  দ্বারা চিত্রে নোচবিশিষ্ট ব্লকটির (Notched block) উপরের নকশা দেখানো গিয়েছে। পার্শ্বদেশের নকশায়  $a$  বিন্দু এবং  $D$  দূরত্ব চিহ্নিত আছে। উপরের নকশা থেকে নেয়া হয়েছে। সমস্ত নকশায়  $a$  বিন্দুকে প্রোটেকশন



যেখা টেনে নিচের দিকে এবং পার্শ্বদর্শনের নকশা থেকে আড়াআড়িভাবে টেনে রাখেন বিলুপ্ত চিহ্নিত করে দেখানো হয়েছে। C চিত্রেও একই নিয়মে A ও B এর মত বিলুপ্তনুহ চিহ্নিত করে নকশাটির সূর্যতার রূপ বোঝা হয়।

(খ) সরলরেখাসমূহের প্রোজেকশন (Projection of straight lines): একটি সরলরেখাকে যখন প্রোজেকশনের দুটি প্লেনে টানা হয়, তখন ইহা বস্তু বা বস্তুটির প্রকৃত দৈর্ঘ্য নির্দেশ করবে। A চিত্রে রেখা ab সমুখ ও উপরের

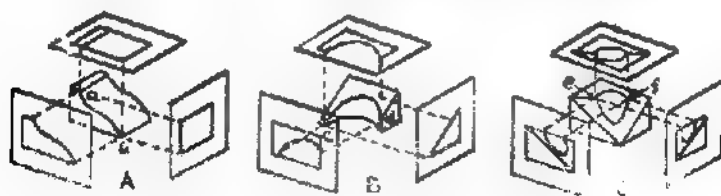


চিত্র ২.৬ : সরলরেখার প্রোজেকশনের দ্বারা অঙ্কিত নকশা।

নকশায় ইহার প্রকৃত দৈর্ঘ্য নির্দেশ করেছে; ২.৬ চিত্রে এই সরলরেখার প্রোজেকশনের দ্বারা অঙ্কিত নকশা দেখানো হয়েছে। A চিত্রের ab রেখা পার্শ্বদর্শনের নকশার একটি বিন্দু নির্দেশ করেছে। B চিত্রে cd সরলরেখা দ্বারা ত্রিভুজ আকৃতির একটি ব্লকের লম্বা বাহুর প্রকৃত দৈর্ঘ্য দেখানো হয়েছে। অপর দিকে, C চিত্রে একটি পিরামিড আকৃতির ব্লকে ef সরলরেখা দ্বারা ছোনানো সমল বাহুর প্রকৃত দৈর্ঘ্য দেখানো হয়েছে।

তবে উক্ত চিত্র তিনটিতে তিন রকম বস্তু থাকার উদ্দেশ্যে বাহুগুলির প্রকৃত দৈর্ঘ্য এ রকম হয় না, বরং উহাদের ভূমির পরিমাপ সমান।

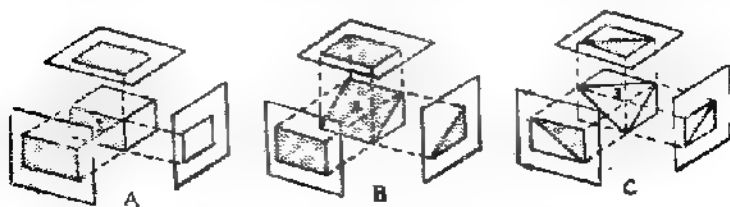
(গ) বক্র রেখাসমূহের প্রোজেকশন (Projection of curved lines): একটি প্লেন সমান্তরাল থেকে একটি প্রোজেকশনের প্লেনে একটি বক্র রেখা টানলে,



চিত্র ২.৭ : বক্ররেখার প্রোজেকশনের দ্বারা অঙ্কিত নকশা।

উহা এই প্লেনের উপরে প্রকৃত আকৃতি প্রদর্শন করবে। A চিত্রে  $ab$  রেখা সম্মুখীয় প্লেনের দিকে এবং সম্মুখ নকশায় ইহার প্রকৃত আকৃতি দেখানো হয়েছে। B চিত্রে বক্র রেখার প্রোজেকশনের দ্বারা অঙ্কিত নকশা দেখানো হয়েছে।  $ab$  রেখা উপর এবং পার্শ্বদেশের নকশার সবলরেখা নির্দেশ করেছে। C চিত্রে  $cd$  রেখা সম্মুখ ও উপরের নকশায় ইহার প্রকৃত আকৃতি দেখায় না, কিন্তু পার্শ্বদেশের নকশার একটি রেখা নির্দেশ করে। C চিত্রে  $ef$  রেখার মত, একটি প্লেনের বক্র রেখা; প্রোজেকশনের তিনটি প্লেনের প্রতি ইহার কোন প্রকৃত আকৃতি প্রদর্শন করে না। কিন্তু প্রোজেকশন রেখা দ্বারা নকশা তিনটি প্রকৃত রেখায়ূহের যোটানুটি অবস্থান নির্দেশ করা যায়।

(ঘ) প্লেন তলসমূহের প্রোজেকশন : একটি তল প্রোজেকশনের প্লেনের প্রতি সমান্তরাল হলে উহা ইহার প্লেনের উপর প্রকৃত আকৃতি নির্দেশ করবে। A চিত্রে



চিত্র ২.৪ : প্লেন তলসমূহের প্রোজেকশন দ্বারা অঙ্কিত নকশা।

1 নম্বর তল সম্মুখ-প্লেনের সাথে সমান্তরাল হয় এবং ইহা সম্মুখ নকশায় ইহার প্রকৃত আকৃতি নির্দেশ করে। A এর 1 নম্বর তল অনুভূমিক প্লেনের সাথে খাড়াভাবে দণ্ডায়মান হয়ে উপরের নকশায় একটি রেখা হিসেবে চিহ্নিত হয়েছে।

২.৮ চিত্রে প্লেন তলসমূহের প্রোজেকশন দ্বারা অঙ্কিত নকশা দেখানো হয়েছে। ইহার B চিত্রের 2 নম্বর তল, সম্মুখ ও সমান্তরাল প্লেনের প্রতি হেলানো-ভাবে অবস্থান করে তলানুসন্ধানভাবে ডোট আকৃতিতে সম্মুখ ও উপরের নকশায় দৃশ্যমান হচ্ছে। যেহেতু 2 নম্বর তল, পার্শ্ব প্লেনের দিকে খাড়াভাবে দণ্ডায়মান, তাই ইহা পার্শ্বদেশের নকশায় একটি রেখা হিসেবে চিহ্নিত হয়েছে। আবার C চিত্রের 3 নম্বর তলে কোনক্রমেই প্রোজেকশনের তিনটি প্লেনের দিকে একটি তল খাড়াভাবে দণ্ডায়মান অবস্থায় প্রকৃত আকৃতি নির্দেশ করে না।

(ঙ) বক্রতলসমূহের প্রোজেকশন (Projections of curved surfaces) : কোন বস্তু অথবা বস্তুটির বক্র তলের প্রোজেকশন অঙ্কন করতে গেলে নকশাতে একাধিক

বিলু, আরোপের প্রয়োজন হয়। ২.৩ চিত্রে বক্রতলসমূহের প্রোজেকশন দ্বারা অঙ্কিত নকশা দেখানো হয়েছে। এতে সম্মুখ নকশার বক্রতলে যে সমস্ত প্রচলিত বিন্দু a, b, এবং c পার্শ্বদেশের নকশার উপরে লওয়া হয়েছে, উহা থেকে



চিত্র ২.৩ : বক্রতলসমূহের প্রোজেকশন দ্বারা অঙ্কিত নকশা।

প্রোজেকশন রেখা টেনে উপরের নকশা (top view) পর্যন্ত সংযুক্ত করা হয়েছে। পনবর্তী পদক্ষেপ হলো, পার্শ্বদেশ এবং উপরের নকশা থেকে প্রোজেকশন রেখা টেনে সম্মুখ নকশার সঙ্গে সংযুক্ত করা। অতঃপর এই বিন্দুসমূহের মাধ্যমে একটি সমান এবং মন্থন বক্ররেখা অঙ্কন করে বক্ররেখার বা বক্রতলের প্রোজেকশন নকশা প্রস্তুতের কাজ সম্পন্ন করা হয়।

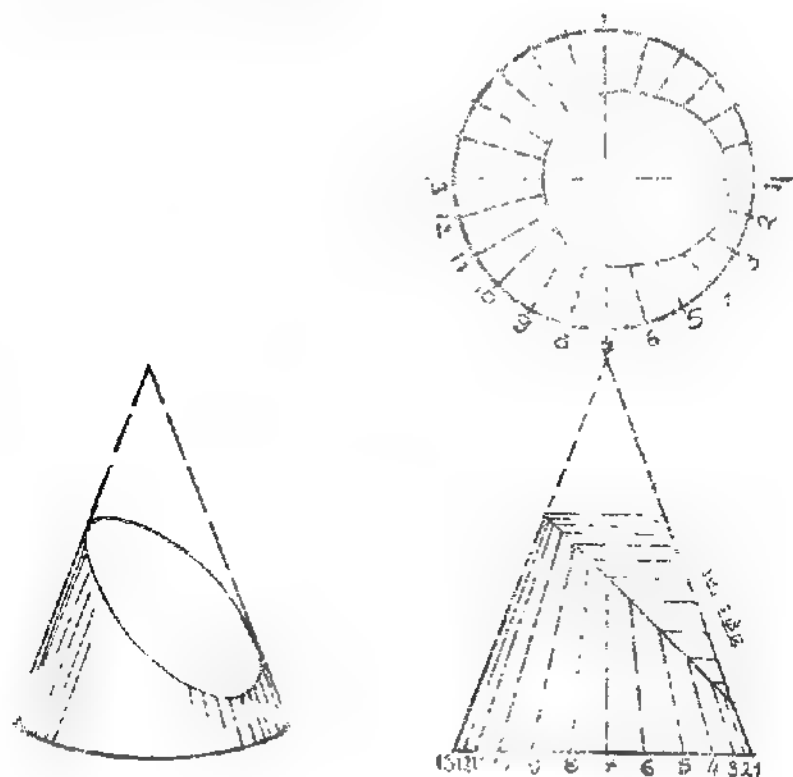
একটি কোন্ বা মোচাকৃত বস্তুর ফ্রাস্টাম নকশা (Frustum of a Cone)

যখন একটি পিরামিড অথবা কোন্-এর উপরের দিকে আংশিক কেটে ফেলা হয়, তখন উহার অবশিষ্ট অংশকে ফ্রাস্টাম বলে; উহাকে অন্য কথায় ট্রানকেটেডও (truncated) বলা হয়।

২.১০ চিত্রে একটি কোন্-এর ফ্রাস্টাম নকশা অঙ্কন করে দেখানো হয়েছে। উহার আইসোমেট্রিক নকশায় উপরের কোণিক বিন্দু থেকে দুটি বৃত্তচাপ বিবেচনা করা হয়, যার প্রথমটি  $R_1$  এবং দ্বিতীয়টি  $R_2$ । উহার কর্তনকৃত অংশে প্রোজেকশন রেখা টেনে কর্তন অংশের পরিমাপ দেখানো হয়েছে। এখন কোন্-এর পূর্ণ ও কতিত অংশের ব্যাস অনুযায়ী দুটি বৃত্ত টেনে উহার উপরের নকশা (top view) এবং উপর থেকে নিচের দিকে প্রোজেকশন রেখা টেনে কোন্-এর সম্মুখ নকশা (front view) এঁকে অঙ্কন কার্য সমাপন করা হয়।

এখন  $OC = R_2 =$  কোন্টির কর্তন অংশ এবং  $AC = R_1 - R_2 =$  কোন্টির ফ্রাস্টাম অংশ। কোন্টির উপরের ও সম্মুখ নকশায় কেন্দ্ররেখা (centre line)

নকশাটির পূর্ণতা ফিরিয়ে আনা হয়। এখানে,  $R_2$  ও  $R_1$  বৃত্তচাপের কোন্টির উচ্চতার হেলানো রেখার প্রকৃত দৈর্ঘ্য।



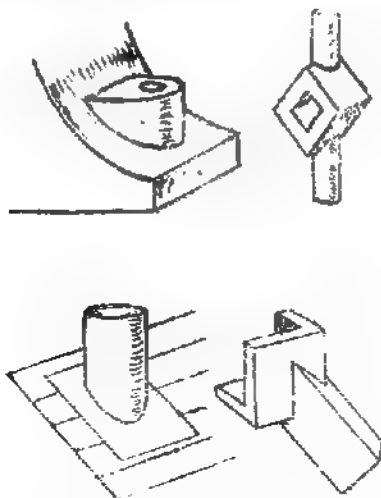
চিত্র ২.১০ : একটি কোন্-এর জ্যাটির বকুণ।

## ইন্টারসেকশন (Intersection)

যখন একাধিক তল এক হয়ে একে অপরের সঙ্গে মিলে যায়, তখন এই তল-সমূহের মধ্যকার সাধারণ রেখাকে 'ইন্টারসেকশন রেখা' (Line of intersection) এবং একাধিক তলের সাধারণ বর্তন বা সেকশনকে 'ইন্টারসেকশন' বলে।

২.১১ চিত্রে চার প্রকার বৃত্তাক্ষের ইন্টারসেকশন দেখানো হয়েছে। যন্ত্রাঙ্গ নকশা প্রস্তুতকারী (machine designer) যখন বাস্তব পাইপের কানেকশন বা যন্ত্রাঙ্গ

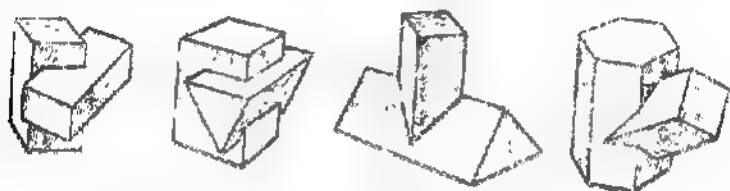
প্রয়োজনীয় কাজের জন্য এই সরনের নকশা ব্যবহার করে থাকেন। ধাতু সংযোজন কাজে এই নকশার ব্যবহার সম্ভবিক।



চিত্র ২.১১ : চার প্রকার কাটিংয়ের ছেদন বা ইন্টারসেকশন।

### প্রিজম-এর ইন্টারসেকটিং নকশা (Intersecting prism)

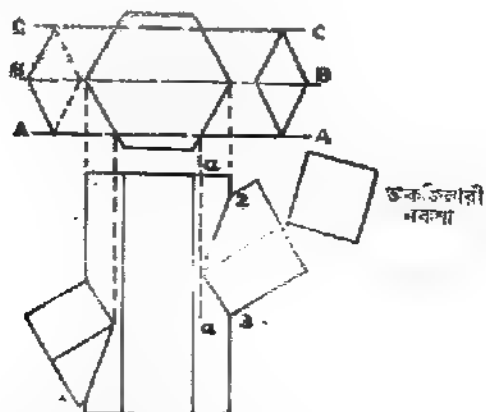
কাঁচ, লোহা প্রভৃতি নির্মিত বিভিন্ন আকৃতির প্রিজমসমূহকে একটি অপরাটির সঙ্গে গাঁত কোট সংযোগ করার জন্য ইন্টারসেকটিং নকশা অনুসরণ করা হয়। ২.১২ চিত্রে প্রিজম ইন্টারসেকটিং-এর বিভিন্ন উদাহরণ দেখানো হয়েছে।



চিত্র ২.১২ : প্রিজম ইন্টারসেকটিং-এর বিভিন্ন (চারটি) উদাহরণ।

দুটি প্রিজমের ইন্টারসেকশন অঙ্কন করতে হলে প্রথমতঃ উহার অর্থোগ্রাফিক নকশা প্রস্তুত করা হয়। উদাহরণস্বরূপ, ২.১৩ চিত্রে একটি বর্গাকৃতি প্রিজম,

একটি ঘড়ভূজাকৃতি প্রিজমের মধ্য দিয়ে ভেদকৃত ইন্টারসেকটিং নকশা তৈরি করা হয়েছে। বর্গাকৃতি প্রিজমের সামনের দিকের মধ্য দিয়ে একটি প্লেন, খাঁড় প্লেনের দিকে সমান্তরালভাবে প্রবেশ করে। এই প্লেনের উপরের নকশা, AA রেখাতে প্রদর্শন করা হয়েছে। খাঁড়া প্রিজমের একটি খাঁড়ের (face) সঙ্গে AA প্লেনের ইন্টারসেকশন সমুদ্র নকশায় aa নাইনে দেখানো হয়েছে, যা খাঁড়া প্রিজমের 1 নম্বর বিন্দুতে বর্গাকৃতি প্রিজমের সমুদ্রপার্শ্ব দ্বারা আড়াআড়িভাবে ভেদ করেছে। উভয় প্রিজমের উপরে বিন্দু 1 একটি সাধারণ বিন্দু এবং এজন্য ইহাই ব্যাখ্যিকৃত হোলে বা ইন্টারসেকশনের একটি বিন্দু।



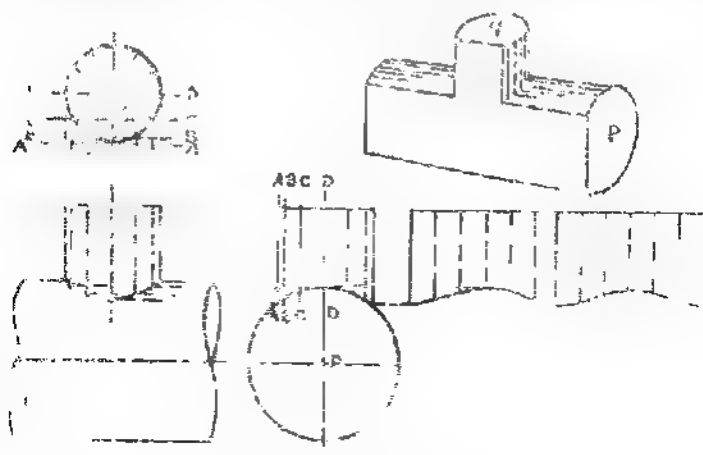
চিত্র ২.১৩: একটি ঘড়ভূজাকৃতি প্রিজমের মধ্য দিয়ে একটি বর্গাকৃতি প্রিজমের ভেদকৃত ইন্টারসেকটিং নকশা।

প্লেন BB, প্লেন AA এর সমান্তরাল, যা খাঁড়া প্রিজমের একটি প্লেন দ্বারা এবং হেলানো প্রিজমের একটি দ্বারা প্রবেশ করে। উহা আবার সমুদ্র নকশায় 2 নম্বর বিন্দুতে মিলে যায়। প্লেন BB আবার 3 নম্বর বিন্দুর সিদ্ধান্ত নেয় এই প্লেনসমূহকে 'কটন প্লেন' (cutting plane) বলা হয় এবং এগুলি ইন্টারসেকশন অঙ্কনটির অধিকাংশ সমস্যার সমাধান করে দেয়। প্রিজমকে ইন্টারসেকশন করার জন্য ইন্টারসেকশনের রেখার সীমাবদ্ধতায় উভয় প্রিজমের উভয় দিকের মাধ্যমে প্লেনসমূহ প্রবেশ করানো হয়। যেখানে, একই প্লেনের আড়াআড়ি দ্বারা প্রবেশসমূহ উভয় প্রিজম দ্বারা ব্যক্তিগত হয়, সেখানে ইন্টারসেকশনের প্রয়োজনীয় রেখার উপর একটি বিন্দু থাকে।

### সিলিন্ডারের ইন্টারসেকটিং নকশা (Intersecting cylinders)

২.১৪ চিত্রে দুটি সিলিন্ডারের ইন্টারসেকটিং নকশা দেখানো হয়েছে। যেহেতু, এই সিলিন্ডারদ্বয়ের উপরে কোন ধার বা কোনা নেই; তাই, কর্তন প্লেনের জন্য নির্দিষ্ট বিন্দু নির্ধারণই মূলতঃ প্রয়োজন হবে।

চিত্রানুযায়ী, প্লেন AA হলো খাড়া সিলিন্ডার (N) এর সম্মুখ রেখা এবং সমান্তরাল সিলিন্ডার থেকে একটি রেখা কেটে নেয়া হয়। যেখানে, সম্মুখ নকশায় এই রেখা ইন্টারসেক্ট হয়, সেখানে প্রয়োজনীয় বক্ররেখার উপরে একটি বিন্দু



চিত্র ২.১৪ : দুটি সিলিন্ডারের ইন্টারসেকটিং নকশা।

বিন্দু। উভয় সিলিন্ডারের থেকে প্রত্যেক প্লেন দেখানুসারে কর্তন করে, যা' উভয় সিলিন্ডারের সাধারণ বিন্দুসমূহে ইন্টারসেক্ট করে। এই ইন্টারসেকটিং বিন্দুসমূহকে খাড়া সিলিন্ডারের উপরের নকশায় (top view) এবং সম্মুখ নকশায় উপর ও নিচে A, B, C ও D দ্বারা সূচিত করা হয়েছে। উপরকার বক্ররেখা পরিধিতে যে ১২টি ভাগ আছে, উহা দ্বারা ডেভেলপমেন্ট বা বিস্তার নকশায় রূপ দেয়া হলে এই ইন্টারসেকটিং বিন্দুসমূহের উচ্চতার পরিমাপই বিস্তার নকশায় পাতের উঁচু গিটু বা বক্রতলের পরিমাপ নির্দেশ করে। তাই, ইন্টারসেকটিং নকশায় সঙ্গে ডেভেলপমেন্ট বা বিস্তার নকশার বেশ যোগসূত্র রয়েছে।

উক্ত চিত্রের ইন্টারসেকশনকে, ৩০° কোণে পাইপের ইন্টারসেকশন নকশা হিসেবেও রূপান্তরিত করতে পারা যায়, আবার উহাকে T ইন্টারসেকটিং নকশা হিসেবে আখ্যায়িত করারও অসম্ভব হয় না।

### প্রশ্নমালা

- ১। (ক) নকশা অঙ্কনে রেখা ও তলের প্রয়োজনীয়তা কি?  
(খ) সমান্তরাল রেখা দ্বারা একটি চিত্র অঙ্কন করে সমান্তরাল তলের ধারণা দাও।  
(গ) হেলানো রেখা দ্বারা একটি চিত্র অঙ্কন করে হেলানো তলের ধারণা দাও।
- ২। (ক) একটি সিয়ামিং এবং পিকটোরিয়াল নকশা একে ত্রাতে ব্যবহৃত বিভিন্ন তলের (surface) ব্যবহার বর্ণনা কর।  
(খ) নকশা অঙ্কন ও পরিস্ফুটনে বিন্দুসমূহের ব্যবহার বর্ণনা কর।
- ৩। (ক) সরলরেখার প্রোজেকশন দ্বারা একটি নকশা একে দেখাও।  
(খ) বক্ররেখার প্রোজেকশন দ্বারা একটি নকশা একে দেখাও।
- ৪। (ক) প্লেনসমূহের প্রোজেকশন দ্বারা কভাবে একটি নকশা অঙ্কন করা হয়।  
(খ) বক্রতলসমূহের প্রোজেকশন দ্বারা একটি নকশা একে দেখাও।
- ৫। (ক) একটি সোচাকৃতি বস্তু বা কন (Cone) এর ফ্রান্টাল নকশা বলতে কি বুঝে?  
(খ) চিত্রের সাহায্যে উহার ব্যবহার প্রকাশ কর।
- ৬। (ক) ইন্টারসেকশন বলতে কি বুঝে?  
(খ) প্রিজম ইন্টারসেকটিং-এর কয়েকটি উদাহরণ দেখাও।
- ৭। (ক) একটি ঘড়ুভূজাকৃতি প্রিজমের মধ্য দিয়ে একটি বর্গাকৃতি প্রিজম কর্তৃক ভেদকৃত ইন্টারসেকটিং নকশা একে দেখাও।  
(খ) দুটি সিলিণ্ডারের ইন্টারসেকটিং নকশা অঙ্কন কর।
- ৮। (ক) ৯০° কোণে একটি পাইপের ইন্টারসেকশন নকশা অঙ্কন কর।  
(খ) গোলাকার T ইন্টারসেকটিং নকশা বলতে কি বুঝে? উদাহরণসহ বর্ণনা কর।



## ভূতীর অধ্যায়

### লিমিট, ফিট ও কাপলিং

#### লিমিট বা সীমা (Limit)

বিভিন্ন কলকারখানায় বিভিন্ন নকশার বস্তুপাতি ব্যবহৃত হয়। কারখানায় কীটং এবং মেশিন বিভাগের বিভিন্ন কাজ সম্পর্কে দেখা যায় যে, কারিগর বতাই দক্ষ এবং অতিজ্ঞ হোন না কেন, কোন বস্তু বা বস্তু অধিক পরিমাণ তৈরি করতে হলে প্রতিটি সর্বদা ঠিক একই মাপে তৈরি করা তার পক্ষে কখনও সম্ভব হয় না। প্রস্তুতকারী যন্ত্রাঙ্গির ক্ষয়, মেকানিক বা কারিগরের ব্যক্তিগত ত্রুটি, অসাবধানতা ইত্যাদি অনিবার্য কারণে উহাতে কম বা বেশি কিছু ব্যতিক্রম থেকেই যায়। অর্থাৎ, মাপে ব্যতিক্রম থাকলে একটি অংশকে অপর অংশের সঙ্গে কখনই ত্রুটিহীনভাবে বিল করানো সম্ভব হয় না। ফলে, সার্বজন্য নিয়মে প্রস্তুত করা অনেক যন্ত্রাংশই ব্যবহারের অযোগ্য বলে ব্যতিল করার প্রশ্ন উঠে। কিন্তু, সেই বস্তুটি বা যন্ত্রাংশ প্রস্তুত করতে প্রচুর সময় লেগেছে, মূল্যবান ধাতু ব্যবহার করা হয়েছে এবং প্রচুর অর্থ ব্যয় করা হয়েছে। তাই, তৈয়ার করা বস্তু-গুলির অধিকাংশই যাতে ব্যবহার করা সম্ভব হয়, এই উদ্দেশ্যে যন্ত্রাংশ প্রস্তুতে মাপের কিছু ব্যতিক্রমকে সর্বদা উপেক্ষা করা যায়। এই উপেক্ষা কোন ক্ষেত্রে-কতটুকু করা চলতে পারে তা কারিগরকে পূর্বে জানিয়ে দিলে, তার পক্ষে কাজের সুবিধা হয়, অসমাপ্য অনেক অর্থব্যয় হওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

উদাহরণস্বরূপ মনে করা যাক, এমন একটি শ্যাফট প্রস্তুত করতে হবে, যা ৫৫ মিলিমিটার ব্যাসমিণিট ছিদ্রের মধ্যে যথাযথভাবে প্রবেশ করতে সমর্থ হবে। শ্যাফট প্রস্তুতের পর দেখা গেল যে, উহার ব্যাসের বাপ ঠিক ৫৫ মিলিমিটার হয় নি; কিছু কম-বেশি হয়েছে। কিন্তু এখন দেখতে হবে যে, সেই কম-বেশির মাত্রা গ্রহণযোগ্য সীমার আছে কিনা। পরিমাপে ইহা উর্ধ্ব ও নিম্ন সীমার মধ্যে থাকলে বস্তুটিকে ব্যবহারযোগ্য বলে গণ্য করা হয়, এই পরিমাপ সীমাকেই লিমিট বলে। ৩.১ চিত্রে যন্ত্রাংশের লিমিট পরিমাপ দেখানো হয়েছে। যন্ত্রাংশের যে পরিমাপটি একেবারে চূড়ান্ত, তাকে তার কমানো বা বাড়ানো যায় না; সেই পরিমাপের সঙ্গে ত্রুটি-এক চিহ্ন দ্বারা নকশায় চিহ্নিত করা হয়, আর যে



১ নম্বর উদাহরণে : উর্ধ্বসীমা মূল মাপ থেকে .০৫ মিলিমিটার বেশি। কিন্তু নিম্নসীমা উহা থেকে .০২ মিলিমিটার কম। সুতরাং, এ স্থলে শ্যাফটের ব্যাস,  $৫৪ + .০৫ = ৫৪.০৫$  মিলিমিটারের বেশি হলে অথবা,  $৫৪ - .০২ = ৫৩.৯৮$  মিলিমিটারের কম হলে উহা বাতিল হওয়ার যোগ্য। অতএব পরিমাপ নিয়ন্ত্রণ সংস্থার নির্দেশ-মোতাবেক, এই শ্যাফটের ব্যাসের পরিমাপকে  $৫৩.৯৮$  মিলিমিটার থেকে  $৫৪.০৫$  মিলিমিটারের মধ্যে অবশ্যই রাখতে হবে।

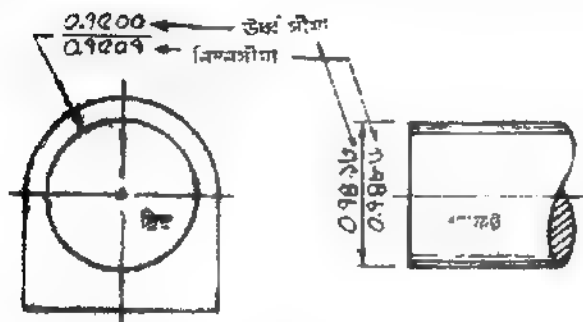
২ নম্বর উদাহরণে, এই শ্যাফটের লিমিট ব্যাসের পরিমাপকে  $৫৪.০২$  থেকে  $৫৪.০৫$  মিলিমিটারের মধ্যে;

৩ নম্বর উদাহরণে, এই শ্যাফটের লিমিট ব্যাসের পরিমাপকে  $৫৩.৯৫$  থেকে  $৫৩.৯৮$  মিলিমিটারের মধ্যে;

৪ নম্বর উদাহরণে, এই শ্যাফটের লিমিট ব্যাসের পরিমাপকে  $৫৩.৯৪$  থেকে  $৫৪.০৬$  মিলিমিটারের মধ্যে;

৫ নম্বর উদাহরণে, এই শ্যাফটের লিমিট ব্যাসের পরিমাপকে  $৫৪$  মিলিমিটার থেকে  $৫৪.০৮$  মিলিমিটারের মধ্যে; এবং

৬ নং উদাহরণে, এই শ্যাফটের লিমিট ব্যাসের পরিমাপকে  $৫৩.৯২$  থেকে  $৫৪$  মিলিমিটারের মধ্যে অবশ্যই রাখতে হবে; অন্যথায় উহা বাতিল বলে গণ্য হবে।



চিত্র ৩.২ : শ্যাফটের উর্ধ্ব-এবং নিম্নসীমার লিমিট পরিমাপ প্রদর্শন।

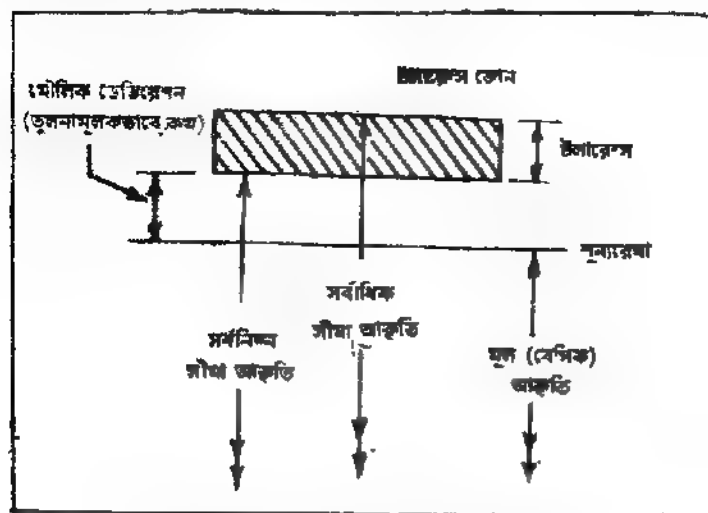
কারিগরি কর্মকাণ্ডে শ্যাফট সংযোজনে সূক্ষ্ম কার্যবলীতে এই ধরনের লিমিট ব্যবহৃত হয়। ৩.২ চিত্রে শ্যাফটের উর্ধ্বসীমা ও নিম্নসীমা লিমিট পরিমাপ দেখানো হয়েছে; যেখানে গর্ত ও শ্যাফট উভয়েরই উর্ধ্ব ও নিম্নসীমার পরিমাপ রয়েছে।

**নোমিনাল সাইজ (Nominal size)** : সাধারণত বস্তুর আকার বা আকৃতি বুঝাবার জন্য যে পরিমাপ করা হয়, তাকে নোমিনাল সাইজ বলে।

**প্রকৃত আকার বা অ্যাকচুয়াল সাইজ (Actual size)** :  $68^\circ$  ডিগ্রী ফারেনহাইট উষ্ণতায় বস্তুর পরিমাপ গ্রহণের পর যে আকার বা পরিমাপ পাওয়া যায়, উহাকে অ্যাকচুয়াল সাইজ বলে।

**বেসিক সাইজ (Basic size)** : যন্ত্রাংশের যে সাইজের সম্পর্ক হতে লিমিট ধার্য হয়, তাকে বেসিক সাইজ বলে।

**জিরো লাইন (Zero line)** : যে লাইন দ্বারা বিচ্যুতি বা ডেভিয়েশন নির্দেশিত হয়, তাকে জিরো লাইন বলে। এই লাইনে ডেভিয়েশন শূন্য (0) এবং ইহা দ্বারা বেসিক সাইজ বুঝানো হয়।



চিত্র ৩.৩ : লিমিট, জিরো লাইন ও অন্যান্য পরিমাপের সম্পর্ক।

**আপার ডেভিয়েশন (Upper deviation)** : যন্ত্রাংশের উর্ধ্বসীমা ও বেসিক সাইজের ব্যবধানকে আপার ডেভিয়েশন বলে।

**লোয়ার ডেভিয়েশন (Lower deviation)** : যন্ত্রাংশের নিম্নসীমার লিমিট এবং বেসিক সাইজের ব্যবধানকে লোয়ার ডেভিয়েশন বলে।

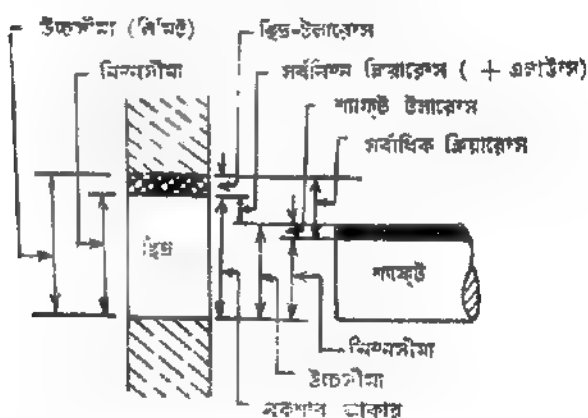
**ফাণ্ডামেন্টাল ডেভিয়েশন (Fundamental deviation) :** যন্ত্রাংশের নোমিনাল সাইজ এবং উহার নিকটবর্তী টলারেন্স লিমিট-এর ব্যবধানকে ফাণ্ডামেন্টাল ডেভিয়েশন বলে। ৩.৩ চিত্রে এই সকল তথ্যের সমাবেশ রয়েছে।

### ফিট (Fit)

দুটি যন্ত্রাংশের পবন্যর মিলন-সম্পর্ক বা মিলন অবস্থাকে 'ফিট' বলে। ইহা সংযোজিত যন্ত্রাংশদ্বয়ের অন্তর্দেশ ও বহির্দেশের পরিমাপের সঠিকতার বা পার্থক্যের উপর নির্ভর করে। দুই রকম প্রক্রিয়া বিবেচনা করে ইহার শ্রেণীভেদ করা হয়।

(১) 'ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড' অনুমোদিত ফিট। ইহা প্রধানত: তিন প্রকারে শ্রেণীভেদ করা হয়। যেমন:

(ক) ক্লিয়ারেন্স ফিট (Clearance fit) : ইহাতে সম্ভাব্য মিলনযোগ্য ফিমেল পার্ট (হিছের) অপেক্ষা মেল পার্ট-এর (শ্যাফটের) পরিমাপ ছোট হলে মেল পার্ট সহজে ফিমেল পার্টে প্রবেশ করতে পারে। এক্ষেত্রে উক্ত দুটি পার্ট এর পরিমাপের পার্থক্যকে ক্লিয়ারেন্স বলে এবং এইরূপভাবে সংযোজনকে ক্লিয়ারেন্স ফিট বলে। ক্লিয়ারেন্স ফিটে পার্টগুলোর মধ্যে যোগবোধক (+) অ্যানাউন্স থাকে এবং মিলিত পার্ট দুটি পরস্পর চিলাভাবে অবস্থান করে। ৩.৪ চিত্রে দুটি যন্ত্রাংশ সংযোগের ক্লিয়ারেন্স ফিট প্রদর্শন করা হয়েছে।



চিত্র ৩.৪ : দুটি সংযোগের ক্লিয়ারেন্স ফিট প্রদর্শন।

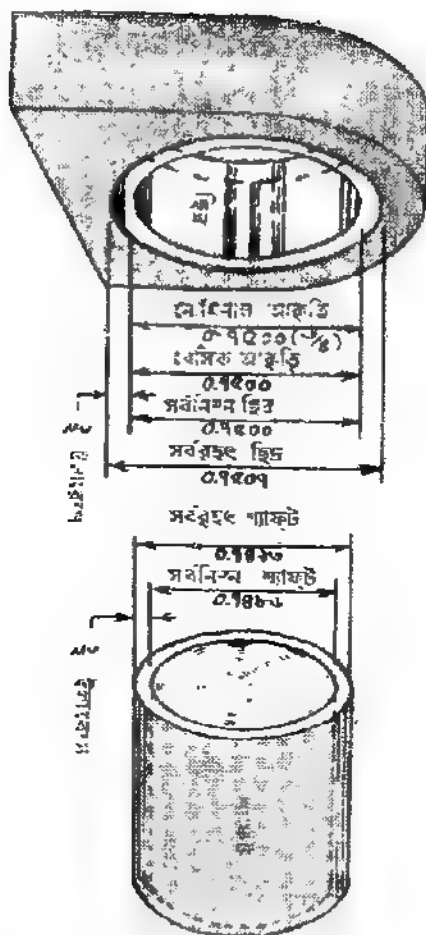


ইহা প্রকৃতপক্ষে 'ইন্টারফিয়ারেন্স ফিট'। তবে ইন্টারফিয়ারেন্স ফিট এর বেনাম যন্ত্রাংশের মাঝে ফাঁকের মাত্রা একেবারে কম থাকে না, কিন্তু ড্রাইভিং ফিট-এ এই ফাঁকের মাত্রা ইন্টারফিয়ারেন্স-এর তুলনার খুবই কম থাকে।

ড্রাইভিং ফিটের বেনাম সংযোজনযোগ্য যন্ত্রাংশের ছিদ্রের ডিভিডে শ্যাফট প্রস্তুত করা হলে, ইহার ব্যাসের পরিমাপকে ছিদ্রের ব্যাসের মাপ অপেক্ষা একটু বড় করার প্রয়োজন হয়। আর যদি শ্যাফটের ডিভিডে অর্ধাৎ, শ্যাফটের ব্যাসের পরিমাপকে হ্রাস রেখে উহার অনুকূপ হ্রাস প্রস্তুত করতে হয়, তাহলে ছিদ্রের ব্যাসের পরিমাপকে শ্যাফটের ব্যাসের মাপ অপেক্ষা কম করার প্রয়োজন হয়। প্রথম ক্ষেত্রে শ্যাফটের মাপ উল্লেখ করার সময় উর্ধ্ব-ও নিম্নসীমা উভয়ই '+' চিহ্নযুক্ত এবং দ্বিতীয় ক্ষেত্রে ইহা '-' চিহ্নযুক্ত থাকে।

(ক) রানিং ফিট (Running fit) : একটি বস্তু বা যন্ত্রাংশ অপর বস্তু বা অংশের মধ্যে প্রবেশ করে অক্ষ (axis) সূত্রে সহজভাবে ঘুরলে এই প্রকার ফিট কবানোকে 'রানিং ফিট' বলে। যেমন : শ্যাফট ও গিয়ারিং-এর ফিট ইহার উদাহরণ। ইহাতে উক্ত যন্ত্রাংশ দুটি পরস্পর ঘষিত হয় বলে মধ্যবর্তী স্থানে তৈল সঞ্চালনের প্রয়োজন হয়। রানিং ফিট এর বেনাম ছিদ্রের ডিভিডে শ্যাফট প্রস্তুত করতে হলে শ্যাফটের ব্যাস ছিদ্রের তুলনার অপেক্ষাকৃত কম করার প্রয়োজন হয়। এই কমানের মাত্রা কি পরিমাণ করতে হবে, তা নির্ভর করে অংশ দুটির আরতন, মসৃণতা, ছিদ্রের দৈর্ঘ্য ইত্যাদির উপর। ইহাতে ছিদ্রের ডিভিডে শ্যাফটকে প্রস্তুত করার সময় উভয় সীমা-মাপই '-' চিহ্নযুক্ত থাকে। ৩.৬ চিত্রে একটি গিয়ারিং এর সঙ্গে শ্যাফট সংযোজনে 'রানিং ফিট' এর অবস্থা প্রদর্শন করা হয়েছে।

(গ) পুশ ফিট (Push fit) : হাতুড়ি দ্বারা আঘাত না করে শুধুমাত্র হাত দিয়ে ঠেলে একটি বস্তু বা অংশকে অপর বস্তু বা অংশের মধ্যে প্রবেশ করিয়ে পছন্দের মিল করানাকে পুশ ফিট বলে। ইহার অপর নাম 'পিচ্ছিন সংযোজন' (Picking fit) বা ট্রানজিশন ফিট এর অন্তর্গত। 'ড্রাইভিং ফিট' এর মতো ইহাতেও শ্যাফট ছিদ্রের মধ্যে কোনদিকেই চালিত হয় না। পুশ ফিট এর বেনাম শ্যাফটের ব্যাসকে ছিদ্রের ব্যাস থেকে সামান্য কম করার প্রয়োজন হয় না। কিন্তু 'রানিং ফিট'-এর মায় এত কম করা হয় না। ইহাতেও ছিদ্রের ডিভিডে শ্যাফটকে প্রস্তুত করার জন্য উভয় সীমা মাপের পূর্বে '-' চিহ্ন দেওয়া হয়। গিয়ার ও পিনিয়নকে বা গিয়ারহুয়ের শ্যাফটের সঙ্গে "পুশ ফিট" নিয়মে মিল করানো হয়ে

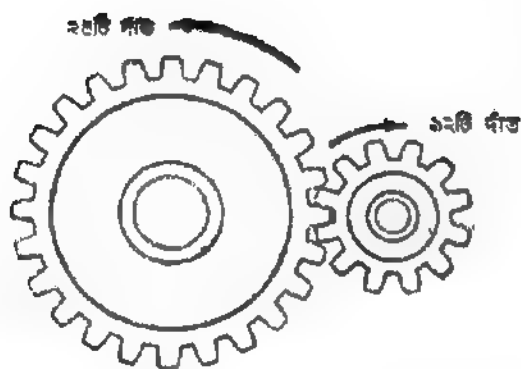


চিত্র ৩.৬ : একটি বারিল-এর সঙ্গে শ্যাফট সংযোগে  
‘ফোর্স ফিট’-এর অর্থ প্রদর্শন।

থাকে। ৩.৭ চিত্রে গিরার ও পিনিয়নের সঙ্গে ‘পুশ ফিট’ এর নমুনা প্রদর্শন করানো হয়েছে।

ঘ) ফোর্স ফিট (Force fit) : দুটি ভারী এবং বড় বস্তু বা যন্ত্রাংশের বোলার একটিকে অপরাটির সঙ্গে বা মধ্যে প্রচুর পক্ষি বা চাপ প্রয়োগে (যেমন : হাই-



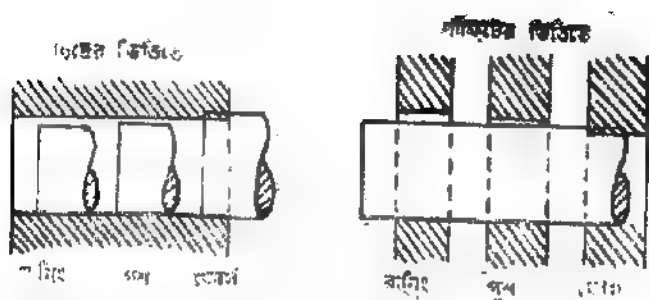


চিত্র ৩.৭ : গিয়ার ও পিনিয়নের সঙ্গে “পুশ ফিট” এর নমুনা প্রদর্শন।

ড্রলিক (প্রেস বার) প্রবেশ করিয়ে পরস্পর মিল করানোকে ‘ফোর্স ফিট’ বলে। ইহা “ইন্টারফিয়ারেন্স ফিট” এরই নামান্তর মাত্র। উদাহরণস্বরূপ, ইঞ্জিনের ক্রাঙ্ককে উহার শ্যাফট কিংবা ক্রাঙ্কপিনের সঙ্গে এবং বেলগাড়ির চাকাকে উহার এক্সেল (Axe) এর সঙ্গে সংযুক্ত করতে অথবা সিলিণ্ডারের ভিতর ‘লাইনার’ বা লাইনিং সংযুক্ত করতে এই প্রকার ‘ফিট’ ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে, ছিদ্রের ভিত্তিতে শ্যাফটকে প্রস্তুত করা হয় এবং এজন্য উহার ব্যাসকে জিমেব ব্যাস অপেক্ষা সামান্য বড় রাখা (ড্রাইভিং ফিট-এ বে পরিমাপ প্রয়োজন, উহা অপেক্ষা বেশি) হয়। এই ক্ষেত্রে উভয় সীরা-সাপই ‘+’ (যোগবাধক) চিহ্নযুক্ত থাকে।

এই ধরনের ফিট পদ্ধতিতে, হিট্রবিশিষ্ট যন্ত্রাংশকে উত্তপ্ত করে আরতন বাড়ানো হয় এবং ঠাণ্ডা শ্যাফট উহার মধ্যে প্রবেশ করিয়ে নিলে উহা ঠাণ্ডা হলে শক্তভাবে এঁটে ধরে। এই ধরনের ফি কে আধুনিক বৈজ্ঞানিক যুগে শ্রীঙ্ক ফিট (shrink fit) বা গরম সংযোজন বলা হয়। ইহা ফোর্স ফিট এর অন্তর্ভুক্ত। গ্রামাকলে গরু বা বোড়ার গাড়ির চাকার বাইরের দিকে একই পদ্ধতিতে লোহার লাইনার ফিট করা হয় এক্ষেত্রেও চাকা ঠাণ্ডা ও লোহার লাইনারটিকে রক্ত বর্ণে উত্তপ্ত করা হয়।

‘ফোর্স ফিট’ পদ্ধতিতে দুটি যন্ত্রাংশ এত শক্তভাবে আবদ্ধ হয়ে যায় যে, ইহাতে আর কোন লক বা কী (key) ব্যবহার করার প্রয়োজন হয় না। ৩.৮ চিত্রে বাম পার্শ্বে ছিদ্রের ভিত্তিতে ও ডান পার্শ্বে শ্যাফটের ভিত্তিতে “স্লানিং, পুশ ও ফোর্স ফিট” এ যন্ত্রাংশদ্বয়ের পরিবাপের নমুনা দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৩.৮ : হিটের ও প্যাকটের ডিজাইনে "রাব্বি, পেন্সিল ও ফোর্ক কিট"এ  
যন্ত্রাংশের পরিবর্তনের নমুনা প্রদর্শন।

### সমগ্রাংশের সমন্বয় (Assembly of parts)

সমন্বয়ের কাজে দুই বা ততোধিক যন্ত্রাংশ পরস্পর ফিট হয়। ইহা দুই প্রকার, যথা :

- (১) বিনিময়যোগ্য (Interchangeable) সমন্বয়, এবং
- (২) নির্বাচিত (Selective) সমন্বয়।

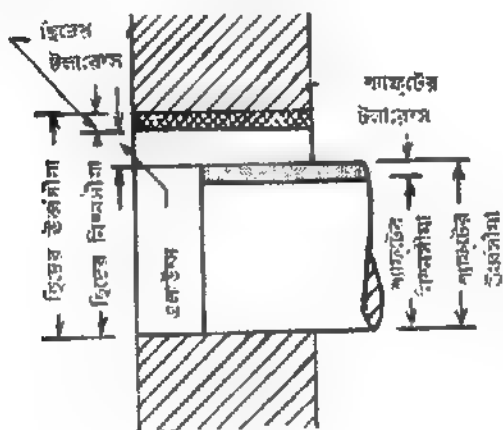
(১) বিনিময়যোগ্য সমন্বয় : এই সমন্বয়ে কোন যন্ত্রাংশ ফিট করা হলে, উহাদের যে কোন একটি যে কোন বারবে খুলতে হলে বা যে কোনটি অকেজো হওয়ার পর খোঁলান প্রয়োজন হলে, উহা খুলে তথায় আরেকটি যন্ত্রাংশ (এবং ধরনের) পুনঃসংযোগ করা যায়। উহার একটি অংশ তৈরি হওয়ার পর আরেকটি এবং সেই ফিট হবার পর আরেকটি ফিট করাও হতে পারে। এমনভাবেই সাধারণত সমন্বয়ের কাজ চলে। তবে, প্রতিটি অংশকে অপর অংশবলীর সঙ্গে যথাযথ সমন্বয় বা ম্যাচ (match) দেখাতে হবে। যদি একই অংশ একসঙ্গে অনেকগুলি প্রস্তুত করা যায়, যাতে উহাদের আকারগত ও গুণগত মান নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে অবস্থান করে এবং উহাদের মাপের সীমা একরূপ হবে যেন অংশাবলী একে অপরের সাথে সংযোজিত হলে পূর্ব নির্ধারিত ফিটনেস বজায় থাকে। এনপভাবে যন্ত্রাংশ প্রস্তুতকে বিনিময়যোগ্য সমন্বয় প্রস্তুত বলে। এই প্রকার উৎপাদন থাকে বলেই যড়ি, সাইকেল, মোটরগাড়ি রেডিও, টেলিভিশন প্রভৃতির কোন অংশ অকেজো হলে পেনে উহা বদলাবেনা যায়।

(২) নির্বাচিত সমন্বয় : 'ইন্টারফিয়ারেন্স ফিটে' এই ধরনের সমন্বয় উপযুক্ত। এই ধরনের সমন্বয়ে সর্বাধিক বড় ব্যাসের প্যাকটের সঙ্গে বড় ব্যাসের হিটকে

কিংবা সবচেয়ে ছোট ব্যাসের শ্যাফটের সঙ্গে সবচেয়ে ছোট ব্যাসের গর্ত সংযোগ করা হয়। সবচেয়ে বড় ব্যাসের শ্যাফটের সঙ্গে সবচেয়ে ছোট ব্যাসের ছিদ্রের সংযোগে যন্ত্রাংশগুলিতে অধিক চাপ (over stress) হয়। আবার অন্যদিকে সবচেয়ে ছোট ব্যাসের শ্যাফটের সঙ্গে সবচেয়ে বড় ব্যাসের ছিদ্রের সংযোগে অংশবলীর হ্রাসকৃত চাপ (under stress) হয়। সেজন্য বিনিময়যোগ্য যন্ত্রাংশ প্রস্তুতে নির্বাচিত বা বাছাইকৃত সমন্বয় পদ্ধতি গ্রহণ করা হয়। পরিদর্শনের সময় ছিদ্র এবং শ্যাফটকে  $2/3$  বা অধিক গুণে পৃথক করা হয়, যাতে পৃথকীকৃত প্রতিটি গুণে হতে সর্বাধিক বড় ব্যাসের শ্যাফটের সঙ্গে সর্বাধিক বড় ব্যাসের ছিদ্র বাছাই করে সংযোজন করা যায় কিংবা সর্বাধিক ছোট ব্যাসের শ্যাফটের সঙ্গে সর্বাধিক ছোট ব্যাসের ছিদ্র সন্মুখ করা যায়। যন্ত্রাংশ এরপভাবে সমন্বয় (সংযোজন) পদ্ধতিকে নির্বাচিত বা বাছাইকৃত সমন্বয় বলে।

### টলারেন্স (Tolerance)

ইহার বাংলা আভিধানিক অর্থ সহনীয়তা। অর্থাৎ প্রস্তুতকৃত যন্ত্রাংশ পরিমাপের যে পরিমাণ ব্যতিক্রমকে সহনীয় বলে উপেক্ষা করা যেতে পারে, উহাকেই টলারেন্স বলে। প্রতাপক্ষে, ইহা যন্ত্রাংশের উর্ধ্বসীমা (high limit) এবং নিম্নসীমা (low limit) এর ব্যবধান বা বিরোধকল বুঝায়। অর্থাৎ, টলারেন্স বলতে কোন যন্ত্রাংশের উর্ধ্বসীমা থেকে নিম্নসীমা বিরোধ করলে বা পাওয়া যায়, সেই মাত্রাকেই বুঝায়। এ ছাড়া দুটি যন্ত্রাংশের সমন্বয়ে উহার টলারেন্স এর মাত্রা দেখানো হয়েছে।

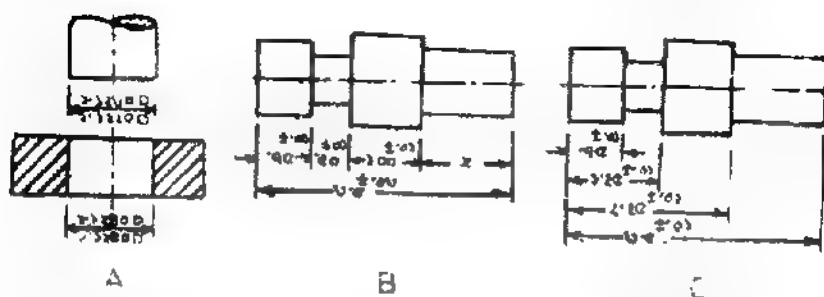


চিত্র ৩.৯ : দুটি যন্ত্রাংশের সমন্বয়ে উহার টলারেন্স-এর মাত্রা প্রদর্শন।

ইতিপূর্বে বর্ণিত উর্ধ্বসীমা ও নিম্নসীমার পরিমাপ থেকে আমরা 'টলারেন্স' বের করতে পারি, যা' নিম্নরূপ :

- (১)  $(+.05) - (-.02) = .05 + .02 = .07$  মিলিমিটার
- (২)  $(+.05) - (+.02) = .05 - .02 = .03$  মিলিমিটার
- (৩)  $(-.02) - (-.05) = -.02 + .05 = .03$  মিলিমিটার
- (৪)  $(+.06) - (-.06) = .06 + .06 = .12$  মিলিমিটার
- (৫)  $(+.0৮) - (-.00) = .0৮ + .00 = .0৮$  মিলিমিটার, এবং
- (৬)  $(+.00) - (-.08) = .00 + .08 = .08$  মিলিমিটার, প্রভৃতি।

মূল্য পরিমাপে কম 'টলারেন্স' এবং স্থূল পরিমাপের কাজে বেশি 'টলারেন্স' দেওয়ার নিয়ম। লিমিট পরিমাপ দেখাতে উর্ধ্ব-ও নিম্নসীমা অর্থাৎ দুটি পরিমাপই মূল পরিমাপের ডান পার্শ্বের উপর এবং নিচে উল্লেখ করতে হয়, কিন্তু টলারেন্স এর মাত্রকে একটি পরিমাপ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ৩.১০ চিত্রে বামপার্শ্বে একটি শ্যাফট ও ছিড্রের পরিমাপে লিমিট পরিমাপ (মূল পরিমাপের সঙ্গে টলারেন্সসহ উপর ও নিচে প্রদর্শিত) এবং ডান পার্শ্বে শ্যাফটসমূহের লিমিট নকশার



চিত্র ৩.১০: বিভিন্ন ব্যাঞ্জে লিমিট ও টলারেন্স পরিমাপ প্রদর্শন।

টলারেন্স দেখানো হয়েছে। টলারেন্স প্রদর্শনের সময় মূল পরিমাপের উপরে ডানদিকে  $\pm .01, \pm .02, \pm .03$  প্রভৃতি লেখা থাকে।

### টলারেন্স-এর প্রকারভেদ

'লিমিট' সাধারণত দুই প্রকারে প্রকাশ করা হয়ে থাকে,

বেশন :

(ক) ছিদ্রের ভিত্তিতে (Hole basis), এবং

(খ) শ্যাফটের ভিত্তিতে (Shaft basis)।

(ক) ছিদ্রের ভিত্তিতে 'টলারেন্স' এর বেলায়, ছিদ্রের মাপ ঠিক (হির) রেখে বিভিন্ন প্রকার ফিট অনুযায়ী শ্যাফটের ব্যাস প্রয়োজনীয় মাপে প্রস্তুত করা হয়।

(খ) শ্যাফটের ভিত্তিতে 'টলারেন্স'-এর বেলায়, ইহার বিপরীত কার্য অনুসরণ করা হয়। অর্থাৎ, শ্যাফটের মাপ হির রেখে ছিদ্রের মাপ প্রস্তুত করা হয়ে থাকে। পূর্বে যে উদাহরণ কটি দেয়া হয়েছে উহা গর্ত বা ছিদ্রের ভিত্তিতে শ্যাফট প্রস্তুত করার বিষয়। অধিকাংশ ক্ষেত্রে এই প্রকারই করা হয়ে থাকে। কারণ, ছিদ্র সাধারণত ড্রিল দ্বারা প্রস্তুত করা হয় এবং ড্রিলের মাপ আধুনিক বা স্ট্যান্ডার্ড বকমেরই থাকে। উপরন্তু, ইহাতে একটি ছিদ্রের জন্য রীয়ার (reamer)-এর একটি মাত্র সেটই প্রয়োজন হয়।

একমুখী ও দ্বি-মুখী প্রকারভেদ

যন্ত্রাংশের মূল মাপের আপেক্ষিকতায় 'টলারেন্স' সীমা মাপ সম্পর্কে লিখতে হলে দুই প্রকার প্রথা ব্যবহৃত হয়। সুতরাং টলারেন্স দুই প্রকার, যথা :

(অ) একমুখী (unilateral) এবং

(আ) দ্বি-মুখী (Bilateral) টলারেন্স।

মূল মাপের আপেক্ষিকতায় 'টলারেন্স' একদিকের সীমা মাপ সম্পর্কে লিখতে হলে উহাকে একমুখী এবং উভয়দিকের সীমা-মাপ সম্পর্কে লিখতে হলে উহাকে দ্বি-মুখী টলারেন্স বলে, বেশন :

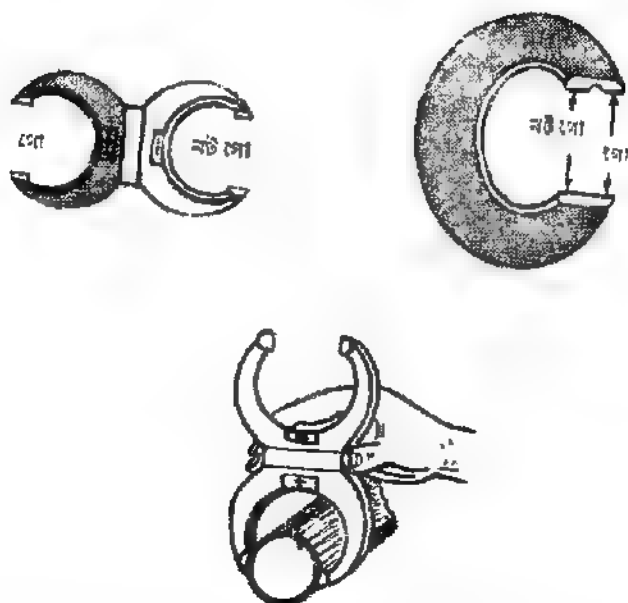
(অ)  $25 + .012$  ইহা একমুখী 'টলারেন্স' এবং  
 $+ .000$

(আ)  $25 + .009$  ইহা দ্বিমুখী 'টলারেন্স'  
 $- .008$

টলারেন্স কম থাকলে, 'ফিট' এর উপর নিয়ন্ত্রণ অপেক্ষাকৃত ভাল হয়। কিন্তু ইহাতে উৎপাদন ব্যয় বর্ধিত হয়। সাধারণ কাজের জন্য একমুখী 'টলারেন্স'-এর ব্যবহার সর্বাধিক।

লিমিট গেজ (Limit Gauge)

কোন বস্তুর মাপে ত্রুটিভা থাকলে উহা ব্যবহারের অযোগ্য বলে বিবেচিত হয়। য যত দূরী বস্তুর পরিমাপের সঠিকতা পরীক্ষা করা হয়, উহাকেই লিমিট

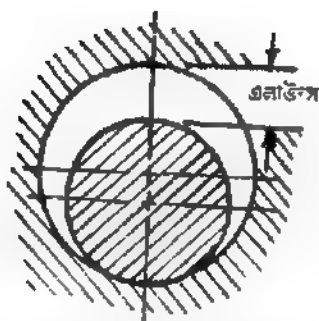


চিত্র ৩.১১ : লিমিট গেজ এবং উহা দ্বারা পরিমাপের সঠিকতা পরীক্ষা।

গেজ বলে। এই গেজের দুই পার্শ্বে দুই রকম পরিমাপ থাকে, এক পার্শ্বে অধিক পরিমাপ এবং অপর পার্শ্বে অধিক নর এমন পরিমাপ। কোন যন্ত্রাংশ পরীক্ষা করার জন্য এই গেজ দ্বারা উহার বহির্দর্শে অথবা অন্তর্দর্শে গেজের প্রান্তদেশ প্রবেশ বা গেজের মধ্যে বস্তুটির প্রান্তদেশ প্রবেশ করিয়ে উহার সঠিকতা যাচাই করা হয়। এই লিমিট গেজের যে পার্শ্বে সঠিক পরিমাপ থাকে সে পার্শ্বে 'গো' (Go) এবং যে পার্শ্বে ভুল পরিমাপ বা ব্যতিক্রম পরিমাপ থাকে সে পার্শ্বে 'নট গো' (Not go) কথাটি লিপিবদ্ধ থাকে। ৩.১১ চিত্রে এই ধরনের লিমিট গেজ ও যন্ত্রাংশের পরিমাপের সঠিকতা যাচাই প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে।

### এলাউন্স (Allowance)

একটি যন্ত্রাংশ অপর একটি যন্ত্রাংশের মধ্যে ফিট বা সংযুক্ত করার জন্য নিম্নলিখিত যোগ্য যে পরিমাণ ফাঁক বা ব্যবধান রাখার দরকার হয়, উহাকেই এলাউন্স বলে। হিউ এবং শাফটের বেলায় হিউয়ের নিম্নসীমা (low limit) এবং শাফটের উপরসীমা (high limit)-এর ব্যবধানকে এলাউন্স বলে। হিউয়ের চেয়ে শাফটের



চিত্র ৩.১২: একটি ছিদ্রের মধ্যে শ্যাফট সংযোগ অবস্থায়  
উহাদের মাঝে 'আলাউন্স' প্রদর্শন।

ব্যাস কম হলে উহাতে যোগবোধক (+) অ্যালাউন্স এবং গর্তের চেয়ে শ্যাফটের ব্যাস বড় হলে উহাতে বিরোধবোধক (—) অ্যালাউন্স হয়। বিরোধবোধক (—) অ্যালাউন্সকে ইন্টারফিয়ারেন্স বলে।

৩.১২ চিত্রে একটি ছিদ্রের মধ্যে শ্যাফট সংযোগ অবস্থায় উহাদের মাঝে 'অ্যালাউন্স'-এর মাত্রা দেখানো হয়েছে। একেত্রে ছিদ্রের সর্বাপেক্ষা ক্ষুদ্র ব্যাস থেকে শ্যাফটের সর্বাপেক্ষা বৃহৎ ব্যাস বিয়োগ করলে, অ্যালাউন্স পাওয়া যায়। এক ধরনের সংযোজিত যন্ত্রাংশের বেলায়, শ্যাফট ও ছিদ্রের ব্যাসের পরিমাপ নিম্ন-লিখিতভাবে নির্দেশিত থাকে :

$$\begin{array}{rcl} \text{ছিদ্রের বেলায়} & : & ২৫ \quad +.০৪ \\ & & - .০০ \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{শ্যাফটের বেলায়} & : & ২৪.৯ \quad +.০০ \\ & & + .০৪ \end{array}$$

ইহাতে ছিদ্রের সর্বাপেক্ষা ক্ষুদ্র ব্যাস =  $২৫ - .০০ = ২৫$  মিলিমিটার এবং শ্যাফটের সর্বাপেক্ষা বৃহৎ ব্যাস =  $২৪.৯ + .০৪ = ২৪.৯৪$  মিলিমিটার আছে।

অতরাং একেত্রে অ্যালাউন্স হবে =  $২৫ - ২৪.৯৪ = ০.০৬$  মিলিমিটার

দুটি যন্ত্রাংশ পরস্পর ফিট অবস্থায় উহার অ্যালাউন্স পরিমাপ করা হয়। এই ফিট-এর প্রকৃতিভেদে আমেরিকান স্ট্যান্ডার্ড এসোসিয়েশন (A S A)-এর মতে ফিট ও অ্যালাউন্সকে আট ভাগে শ্রেণীভেদ করা হয়, যেমন :

(১) লুজ ফিট-লার্জ অ্যালোউন্স (Loose fit-large allowance) : মিলনযোগ্য দুটি যন্ত্রাংশের মধ্যে মাপের সুক্ষতা যে স্থানে অপরিহার্য নয়, সেই স্থানে এই প্রকার ফিট ও অ্যালোউন্স থাকে। এক্ষেত্রে অ্যালোউন্স থাকে ০.০০২৫।

(২) ফ্রি ফিট-লিবারেল অ্যালোউন্স (Free fit-liberal allowance) : যে সকল যন্ত্রাংশ ৬০০ আঁর পি. এম বা ততোধিক গতিতে ঘোরে, সেক্ষেত্রে অ্যালোউন্স এর মান = ০.০০১৪।

(৩) মিডিয়াম ফিট-মিডিয়াম অ্যালোউন্স (Medium fit-medium allowance) : যে সকল যন্ত্রাংশ ৬০০ আঁর. পি. এম এর কম গতিতে ঘোরে এবং জর্গানের চাপ ৩০০ পাউণ্ড/বর্গইঞ্চি এর কম, সেই সকল যন্ত্রাংশে এই প্রকার ফিট সম্পন্ন হয়। এক্ষেত্রে অ্যালোউন্স এর মান = ০.০০০৯ হবে।

(৪) সেল ফিট-জিরো অ্যালোউন্স (Sale fit-zero allowance) : আর্থারন সিং ওবু হাভের ঠেলায় মিলনযোগ্য দুটি যন্ত্রাংশকে পরস্পরের মাঝে ফিট করতে চিন্তা বা যন্ত্রাংশ ফিট বলে, মিটার ও পিনিয়নের শ্যাফটের সাথে এভাবে ফিট করা হয়। এই ফিটে গর্ত টলারেন্স, A এর মান = ০.০০০৬, শ্যাফট টলারেন্স B এর মান = ০.০০০৪ এবং অ্যালোউন্স টলারেন্স, C এর মান = ০.০০০ বা শূন্য থাকে।

(৫) রিংরিং ফিট-জিরো টোলারেন্স (Ring fit-zero tolerance allowance) : মিলনযোগ্য দুটি যন্ত্রাংশ সামান্য চাপ দিয়ে এই প্রকার ফিট সম্পন্ন করা হয়। এই ফিটে A এর মান = ০.০০০৬, B এর মান = ০.০০০৪ এবং C এর মান = ০.০০ থাকে।

(৬) টাইট ফিট-নাইট নেগেটিভ অ্যালোউন্স (Tight fit-negative allowance) : মিলনযোগ্য দুটি যন্ত্রাংশ হালকা চাপ দিয়ে এই প্রকার ফিট করা হয়। ইহাতে যন্ত্রাংশগুলি কদ-বেশি স্থায়ীভাবে সংযুক্ত বা সংযোজিত হয়ে যায়। এই ফিটে A এর মান = ০.০০০৬, B এর মান = ০.০০০৬ এবং গড় ইন্টারফিয়ারেন্স = ০.০০০২৫ d (এখানে d = গর্ত ও শ্যাফটের নমিনাল সাইজ)।

(৭) মিডিয়াম ফোর্স ফিট নেগেটিভ অ্যালোউন্স (Medium force fit-negative allowance) : মিলনযোগ্য দুটি যন্ত্রাংশ বেশ চাপের সাহায্যে এই প্রকারে ফিট করা হয়। ইহাতে পদার্থগুলি স্থায়ীভাবে সংযোজিত হয়ে যায়। এই ফিটে, A এর মান = ০.০০০৬, B এর মান = ০.০০০৬ এবং গড় ইন্টারফিয়ারেন্স = ০.০০০৩৮।



(৮) হেভী ফোর্স এন্ড শ্রঙ্ক ফিট কনসিডারেবল নেগেটিভ অ্যালোউন্স (Heavy force and Shrink fit—considerable negative allowance): মিলনযোগ্য দুটি যন্ত্রাংশ ভারী চাপের সাহায্যে এই প্রকার ফিট সম্পন্ন করা হয়। অধিকাংশ ক্ষেত্রে ফিমেল (female) যন্ত্রাংশকে উত্তপ্ত করে উহার আকার বাড়িয়ে মেল (male) যন্ত্রাংশ ফিট করা হয় এবং পরে ঠাণ্ডা হয়ে সঙ্কুচিত হলে দুটি যন্ত্রাংশ একেবারে স্থায়ীভাবে সংযোজিত হয়ে যায়। এই ফিটে A এর মান = ০.০০০৬, B এর মান = ০.০০০৬ এবং গড় ইন্টারফিয়ারেন্স = ০.০০১ d।

বিঃদ্রঃ এ. এস. এ-এর বিভিন্ন ফিটে ১ ইঞ্চি নখিনাল সাইজের ছিদ্র (hole) এবং শ্যাফট টলারেন্স ও অ্যালোউন্স বের করার সূত্র:

$$\text{গর্ত (Hole) বা ছিদ্রের টলারেন্স} = A \sqrt[3]{d}$$

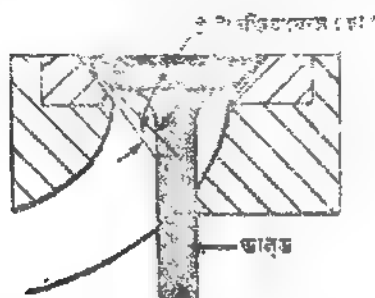
$$\text{শ্যাফট টলারেন্স} = B \sqrt[3]{d}$$

$$\text{অ্যালোউন্স টলারেন্স} = C \sqrt[3]{d}$$

এখানে, d = নখিনাল সাইজ ছিদ্র/শ্যাফট; A, B, C = গ্রন্থক (constant)।

### ডাল্‌ডের ইন্টারফিয়ারেন্স (Interference angle of valve)

ইঞ্জিনের ভাল্ভ কেস ও সিটে নির্দিষ্ট পরিমাপের কোণ থাকে এবং উহাদের মাঝে গড়পড়তা ব্যবধান থাকে মাত্র ১° (এক ডিগ্রী)। এই এক ডিগ্রী ব্যবধান



চিত্র ৩.১৩: ডাল্‌ড কোণ ও সিট-এর মাঝে ইন্টারফিয়ারেন্স কোণ।

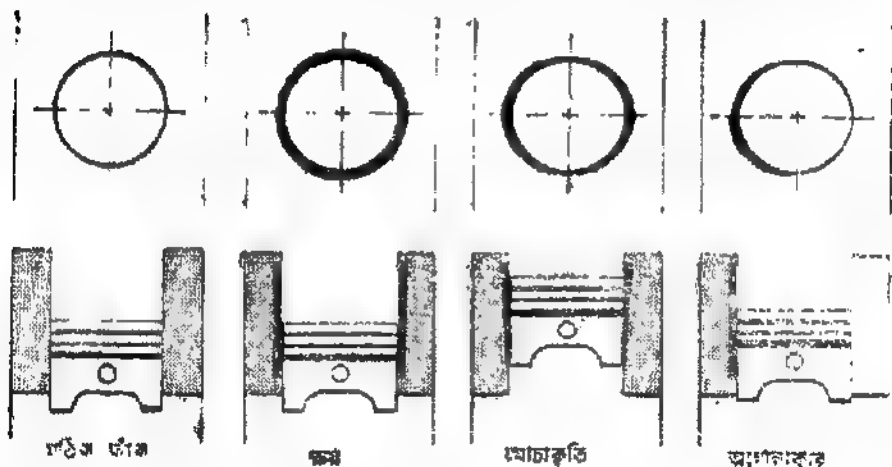
কোনেকই ডাল্‌ডের ইন্টারফিয়ারেন্স কোণ বলে। ৩.১৩ চিত্রে একটি ডাল্‌ড কেস ও সিটের মাঝে ইন্টারফিয়ারেন্স কোণ দেখানো হয়েছে।

ভাল্ভ ফেস ও সিটের মাঝায় বা উপরের দিকে কোন ফাঁক থাকে না। কারণ, সেখানে ইন্টারফিয়ারেন্স কোণ নিচের দিক থেকে এসে মিলে যায়। কিন্তু ভাল্ভ ফেস ও সিটের নিচের দিকে সমস্ত কারণে ফাঁক রাখা হয় এবং সেখানে ইন্টারফিয়ারেন্স কোণ রাখা হয়। এই ফাঁক রাখার জন্য ভাল্ভ ফেস-এর কোণের পরিমাপ সিট-এর কোণ অপেক্ষা  $1^\circ$  বেশি থাকে।

ইঞ্জিন চলাকালে কালক্রমে ভাল্ভ ফেস ও সিট কষ হতে থাকলে ধাপে ধাপে ভাল্ভ ফেসের দিকে তুবে যেতে থাকে। ইন্টারফিয়ারেন্স কোণ এতে বড়তর থাকায় ভাল্ভ ফেস ও সিটে কষজনিত কারণে ভাল্ভ ফেসে নেনে খেলও ভাল্ভ ফেস ও সিটের উপরের দিক সংবেদিত এবং নিচের দিক কিছুটা ফাঁক থাকে; যা ভাল্ভ স্বর্ঘুভাবে পরিচালনার জন্য উপযোগী।

### যন্ত্রাংশের ফাঁক (Clearance of parts)

ধূণায়মান যন্ত্রাংশের মাঝে পিচ্ছিন্নকরণ হেলের পর্দা প্রস্তুতের জন্য যে নির্দিষ্ট পরিমাণ ফাঁক বিদ্যমান থাকে, তাকেই যন্ত্রাংশের ফাঁক বলে। উদাহরণস্বরূপ, ইঞ্জিনের সিলিন্ডার ও পিস্টন, শ্যাফট ও বিয়ারিং প্রভৃতির মাঝের ফাঁক যন্ত্রাংশের ফাঁক নামে পরিচিত। বিভিন্ন যন্ত্রাংশের ব্যাস ও অবস্থান বিবেচনা করে এই ফাঁকের মাত্রা কন-বেশি নির্ধারিত হয়। এই ফাঁকের মধ্যে পিচ্ছিন্নকরণ হেল উপস্থিত থেকে ধূণায়মান যন্ত্রাংশের বোঝা বহন, ঘর্ষণ ও তাপ কমানো প্রভৃতি



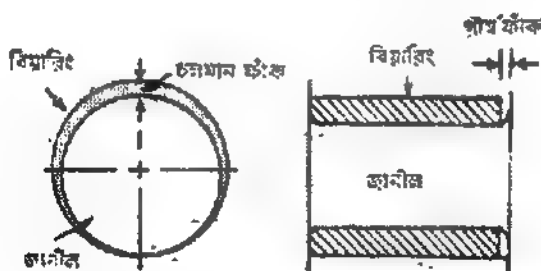
চিত্র ৩.১৪ : ইঞ্জিনের সিলিন্ডার ও পিস্টনের মাঝে নির্দিষ্ট ও অসমাপ্ত অংশের ফাঁক

কার্যসাধন করে যন্ত্রাদিকে সুস্থভাবে কাজ করতে সাহায্য করে। ৩.১৪ চিত্রে ইঞ্জিনের সিলিন্ডার ও পিস্টনের মাঝে নির্দিষ্ট ও করপ্রাপ্ত অসম কাঁকের মাত্রা ধারাবাহিকভাবে দেখানো হয়েছে।

এই চিত্রটিকে চারটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে। এর সর্ববামে সিলিন্ডার ও পিস্টনের প্রকৃত কাঁক, ২য় অংশে ক্ষয়যুক্ত অধিক কাঁক (wear), ৩য় অংশে নোচাঘুতি কাঁক এবং ৪র্থ অংশে অগোলাকার কাঁক (out of round) দেখানো হয়েছে। যন্ত্রাংশের এই চারটি কাঁকের মধ্যে প্রথমটি সঠিক এবং পরবর্তী তিনটি ত্রুটিযুক্ত। যন্ত্রাদি নতুন অবস্থায় উহার যন্ত্রাংশের মাঝে কাঁকের মাত্রা সঠিক থাকে, কৃত্রিমরূপে কাটা করলে নির্দিষ্ট কার্যকাল শেষ হবার পর উহার যন্ত্রাংশ একে অপসারণ স্বেচ্ছা কর্তৃক ক্ষয় ও ত্রুটিযুক্ত হয়।

সাধারণতঃ সিলিন্ডার ও পিস্টনের মাঝে কাঁকের মাত্রা প্রতি ইঞ্চি পিস্টনের ব্যাসে বা প্রতি ২.৫৪ সেন্টিমিটারে ০.০১০ বা ১০<sup>-৩</sup> খাউ বা  $\frac{1}{8}$  মিলিমিটার। কিন্তু মোটর বোনারাইট ইনডার স্ট্রুট ধাতু নির্মিত স্কর চালাই লোহা নির্মিত পিস্টন ও সিলিন্ডারের মাঝে কাঁকের মাত্রা প্রতি ইঞ্চি বা ২.৫৪ সেন্টিমিটার পিস্টনের ব্যাসে ০.০০৭৫<sup>-৩</sup> বা পৌণে এক খাউ বা  $\frac{1}{16}$  মিলিমিটার যার মাত্রা খুবই নগণ্য।

বিয়ারিংসমূহে দুই রকম কাঁক ব্যবহার করা হয়, এদের মধ্যে একটি চলমান কাঁক এবং অপরটি পার্শ্বদেশের কাঁক। ক্রাফ জার্নাল ও বিয়ারিং-এর মাঝের কাঁককে চলমান কাঁক (running clearance) এবং বিয়ারিং ও ক্রাফ ওয়েভার মাঝের কাঁককে পার্শ্বদেশের কাঁক (side clearance) বলে; যা, ৩.১৫ চিত্রে দেখানো হয়েছে। সাধারণতঃ বিয়ারিং-এর চলমান কাঁক ০.০০১<sup>-৩</sup> হতে



চিত্র ৩.১৫: বিয়ারিং-এর চলমান ও পার্শ্বদেশের কাঁক।

০.০০৩" (১/৩০ হতে ১/১০ মিলিমিটার) এবং পার্শ্বদেশের বাকের মাত্রা ০.০০৪" হতে ০.০১২" (১/৩০ হতে ১/১০ মিলিমিটার) পর্যন্ত রাখা হয়।

### কাপলিং (Coupling) -এর উদ্দেশ্য

একটি চলমান যন্ত্রের খাতায় অন্য কোন যন্ত্র বা যন্ত্রাদি চালানার উদ্দেশ্যে উক্ত যন্ত্রের শ্যাফটের মাঝে যে সংযোগন ব্যবহার করা হয়, উহাকেই কাপলিং বলে। সুতরাং কাপলিং-এর উদ্দেশ্য হলো, কোন একটি ধূর্ণায়মান যন্ত্রের শ্যাফটের সঙ্গে ধূর্ণন সম্পন্নকারী বস্তুর শ্যাফট সংযোগ করা। কাপলিং-এর মাধ্যমে একটি শ্যাফটকে ঘুরানো ইহার সঙ্গে সংযুক্ত সকল শ্যাফটই একই হারে ঘোরে। কাপলিং প্রস্তুত করতে সাধারণত ঢালাই লৌহ (cast iron) ব্যবহার করা হয়।

প্রকারভেদ ও বর্ণনা : ইহাকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়, যেমন :

- (১) দৃঢ় বা দ্রুত কাপলিং (rigid or fast coupling) এবং
- (২) নমনীয় কাপলিং (flexible coupling)।

### ১। দৃঢ় বা দ্রুত কাপলিং

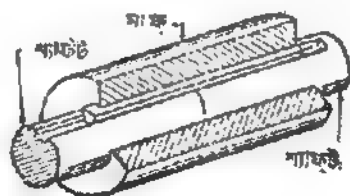
এই কাপলিং দ্বারা শ্যাফট দুটি দৃঢ়ভাবে বন্ধ থাকে এবং পরস্পরের মধ্যে কোন আপেক্ষিক সঞ্জন বা নড়াচড়ার সম্ভাবনা থাকে না। দৃঢ় কাপলিং আবার ছয় প্রকার, যথা :

- (ক) মাফ বা বক্স (Muff or Box) কাপলিং,
- (খ) হাফ ল্যাপ মাফ (Half lap muff) কাপলিং,
- (গ) স্প্লিট মাফ (Split muff) কাপলিং,
- (ঘ) ফ্ল্যাঞ্জড (Flanged) কাপলিং,
- (ঙ) ইউনিভার্সাল (Universal) কাপলিং,
- (চ) ক্লাচ (Clutch) কাপলিং, এবং
- (ছ) ওল্ডহাম (Oldham's) কাপলিং।

এই কাপলিংসমূহ সম্পর্কে নিম্নে চিত্রসহ বর্ণনা করা হয়েছে।

(ক) মাফ বা বক্স কাপলিং : ইহার মাফ অংশ ঢালাই লৌহের তৈরি। ইহার মধ্যে এমনভাবে গর্ত বা নালী কাটা থাকে, যার মধ্যে দুই দিক হতে শ্যাফট দ্রুত সহজে প্রবেশ করতে পারে। দুটি শ্যাফটের প্রান্তকে সুখোঁসুখীভাবে রেখে একটি

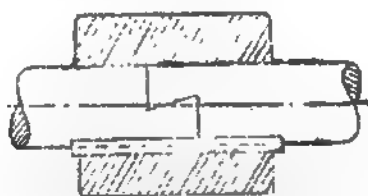
প্রান্ত হতে দীর্ঘ সাক ট্যাপার কী-কে (Sunk taper key) অথবা উভয় প্রান্ত থেকে দুটি কী-কে শ্যাফট এবং নাক-এর মধ্যস্থলে প্রবেশ করানো হয় নিচে ৩.১৬ চিত্রে একটি নাক বা নক্ষ কাপলিং এর অর্ধকর্তিত নকশা দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৩.১৬ : নাক বা নক্ষ কাপলিং।

নক্ষ কাপলিং ব্যবহারের সুবিধা হলো, শ্যাফট দুটিকে কখনও পৃথক করার প্রয়োজন হলে, একটি শ্যাফটকে উহার অক্ষের দিকে ভাঙতঃ কাপলিং-এর দৈর্ঘ্যের উপরিস্থান স্থান সরাতেই চলে।

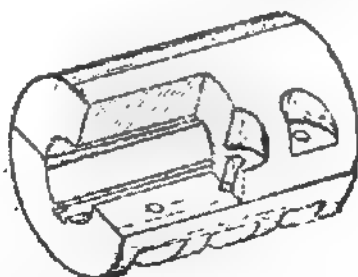
(খ) হাল্ফল্যাপ নাক কাপলিংঃ এই ধরনের কাপলিং প্রস্তুতের জন্য শ্যাফট দুটিকে প্রান্তকে ঢালুভাবে অর্ধচ্ছেদ করে, একটি অর্ধাংশকে অপর অর্ধাংশের উপর চাপ দিয়ে রাখা হয়। এরপর 'নাক' অংশের শ্যাফটের উপরে সংযোগস্থলে এনে 'হাল্ফ স্যাডল কী' (Hollow Saddle Key) এর সাহায্যে শ্যাফট দুটোকে 'নাক'-এর সাথে দৃঢ়ভাবে সংযুক্ত করা হয়। শ্যাফটের ছেদ বা কর্তন ঢালুভাবে থাকায় অক্ষ বা কেন্দ্রের বিপরীত দিকে মিল পড়লেও একটি শ্যাফট থেকে অপর



চিত্র ৩.১৭ : হাল্ফল্যাপ নাক কাপলিং।

শ্যাফট বিচ্ছিন্ন হয়ে যায় না। ৩.১৭ চিত্রে একটি হাল্ফল্যাপ নাক কাপলিং-এর কর্তিত নকশা দেখানো হয়েছে।

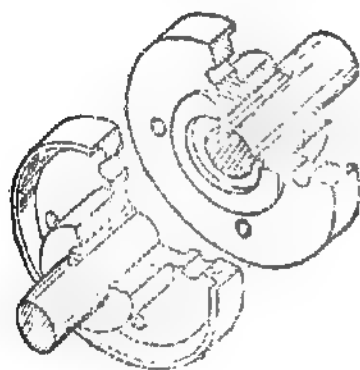
(গ) স্প্লট নাম কাপলিং : এই বসনের কাপলিং-এর নাম দুটি অর্ধগোলকাকার অংশ বিভক্ত। এই অংশ দুটোকে নাট এবং হোলট-এর সাহায্যে এবং শ্যাফট দুটোকে 'মাক' এবং ফেদার কী (feather key)-এর সাহায্যে যুক্ত করা হয়। ফেদার কী মাক দুটোর একপার্শ্বে অবস্থান এবং সংযোগে চারটি নাট ও



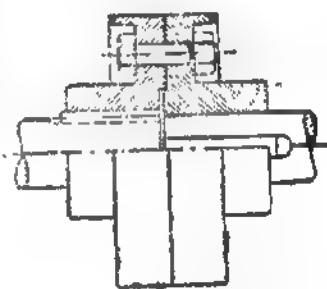
চিত্র ৩ ১৮ : স্প্লট নাম কাপলিং।

বোল্ট ব্যবহার করা হয়। ৩.১৮ চিত্রে একটি 'স্প্লট নাম কাপলিং' এর সংকতিত নকশা দেখানো হয়েছে।

(ঘ) ফ্লোজড কাপলিং : ইহাই কারিগরি কর্মকাণ্ডে বহুলব্যবহৃত কাপলিং। ইহা ঢালাই বোল্ট দ্বারা প্রস্তুত দুটি ফ্লোজকে শ্যাফট দুটির প্রান্তে মাক টেম্পার



(ক)



(খ)

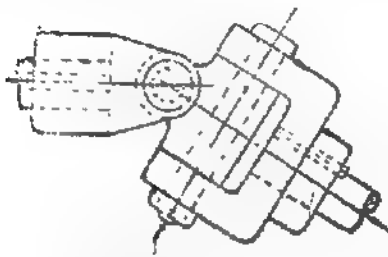
চিত্র ৩ ১৯ : ফ্লোজড কাপলিং এর বিয়োজন (ক), ও সংযোগন নকশা (খ)।

কী-এর সাহায্যে দৃঢ়বদ্ধ করে; ফ্লোর দুটোকে নাট ও বোলটের মাধ্যমে সংযুক্ত করা হয়। শ্যাকট দুটোর কেন্দ্র মাতে সর্বদা একই সমতলরেখায় অবস্থান করে, এ উদ্দেশ্যে ফ্লোর দুটোর একটির মধ্য অংশ একটু বর্ধিত করা এবং অপরটির মধ্য অংশ ঐ একই পরিমাপে গভীর করা হয়। ৩.১৯ চিত্রে (ক) ও (খ)-তে ফ্লোরড কাপলিং-এর বিয়োজন ও সংযোজন নকশা দেখানো হয়েছে।

ফ্লোরড কাপলিং-এর নাট ও বোলট সংযোজনের ঝাঁজের মধ্যে সংযুক্ত থাকে বলে, উহাতে কারিগরের কাপড়-চোপড় ভাঙিয়ে যাবার ভয় থাকে না। এই কাপলিং-এর অনেকটাই অবিদ্যা হলো, কাপলিং-এর ঢাকাকে বেল্ট পুলি হিসেবে কাজে লাগানো চলে।

(৩) ইউনিভার্সাল কাপলিং: এই কাপলিং মোন্ট্রিয়ানের প্রোপেনার শ্যাকটের প্রতিদ্বন্দ্বের সংযোগের মত, বা এপিক-ওদিক শ্যাকটের ঘূর্ণনকে কোণিক ঘূর্ণনে পরিণত করে সঠিকভাবে শ্যাকট দুটির যান্ত্রিক শক্তি হানাতরিত করে। এই কাপলিং-এর অপর নাম ঝাঁকড়া সংযোগ (Hooks joint)। যে শ্যাকট দুটোর কেন্দ্রবিন্দু একই সমান্তরালে অবস্থান করে না, সেই ক্ষেত্রে শ্যাকট দুটোকে মেল করতে ইহা (এই সংযোগ) ব্যবহৃত হয়।

ইউনিভার্সাল কাপলিং-এর কর্ক (fork) দুটো দেখতে সঁজাশির মুখের ন্যায় আকারবিশিষ্ট। ইহার দুটি অংশকে শ্যাকট দুটোর প্রান্তে কী-এর সাহায্যে দৃঢ়-



চিত্র ৩.২০ : ইউনিভার্সাল কাপলিং-এর সংযোজন অবস্থা।

ভাবে সংযুক্ত করানো হয়, যা ৩.২০ চিত্রে দেখানো হয়েছে। অতঃপর এক সন্কোচণে পারণ করে দুই বাহুবিশিষ্ট অন্য একটি অংশকে ইহাদের মধ্যস্থলে স্থাপন করে সংযোজন পিন (pin) এর সাহায্যে ইহাদের সংযুক্ত করা হয়। ঘূর্ণমান শ্যাকট দুটো ঝাঁকুনিজনিত কারণে ঝুঁচু-নিচু হলেও এই কাপলিং

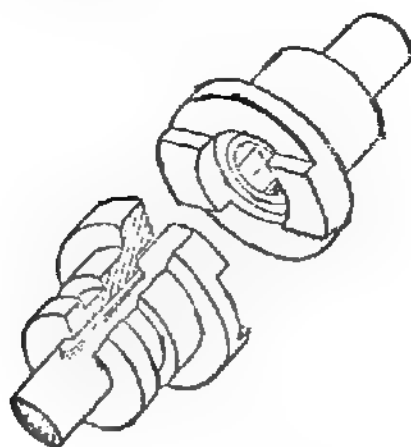
এদিক-ওদিক ঘুরে শ্যাফট ধূর্ণনের সমতা এনে দু'খণ্ডের এড়িয়ে কাজ করা যায়।

(৮) ক্লাচ কাপলিং : একই সনাত্তরাল ও সমকেন্দ্র বিন্দুবিগিষ্ট দু'টি শ্যাফট সংযোজনের জন্য ক্লাচ কাপলিং ব্যবহার করা হয়, যেখানে দু'খণ্ড শ্যাফটের অস্থায়ীভাবে সংযোজন বা বিয়োজন করার প্রয়োজন হয়। ক্লাচ কাপলিং প্রধানত দুই প্রকার, যথা :

(১) ক্ল-ক্লাচ (Claw clutch) কাপলিং, এবং

(২) ঘর্ষণ ক্লাচ (Friction clutch) কাপলিং।

ক্ল-ক্লাচ কাপলিং : এই ধরনের কাপলিংকে শুধু 'ক্ল-কাপলিং'ও বলা হয় যে সকল ক্ষেত্রে শ্যাফট কম ঘায়ে ঘোরে, সেইসব ক্ষেত্রে এই ধরনের কাপলিং ব্যবহৃত হয়। এই কাপলিং-এও দু'টি ফ্লোঞ্জ ব্যবহৃত হয়, যা একত্রে ৩.১১ চিত্র অনুযায়ী তুলনামূলকভাবে বহিরাংশ এবং অপর অংশের



চিত্র ৩.২১ : ক্ল-ক্লাচ কাপলিং-এর আংশিক কতিত নকশা ;

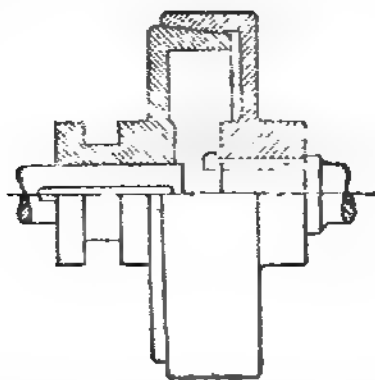
অনুরূপ খাঁজ কাটা থাকে। ফ্লোঞ্জ দু'টির একটিকে শ্যাফটের প্রান্তে সাক্স ট্যান্ডম কী-এর সাহায্যে দৃঢ়ভাবে সংযুক্ত করানো হয় এবং অপরটিকে অপর শ্যাফটের সঙ্গে 'কেন্দার-কী'-এর সাহায্যে এমনভাবে সংযুক্ত করানো হয়, যাতে ইহা এ



শাফটের উপর দিয়ে সরে গিয়ে অপর ফ্লোজের সঙ্গে সংযুক্ত অথবা বিযুক্ত হতে পারে। এতে কোন নারি-যোল্ট ব্যবহার করা হয় না।

এই ফ্লোজ বা শাফট দুটোর সংযোজন অলাদা করতে হলে, মোটরঘানের গিয়ার পরিবর্তনের লিবারের মত লিবারের সাহায্যে ধাঁজকালি ফ্লোজে আরোপ করা হয় এবং লিবারে হাত দ্বারা ধাক্কা দিয়ে কাপলিং আলাদা করা হয়। ফ্লোজের উপরে যে ধাঁজ কাটা থাকে, সেই ধাঁজেই লিবার সংযুক্ত করে কাপলিং সংযোজন অথবা বিয়োজন করা হয়।

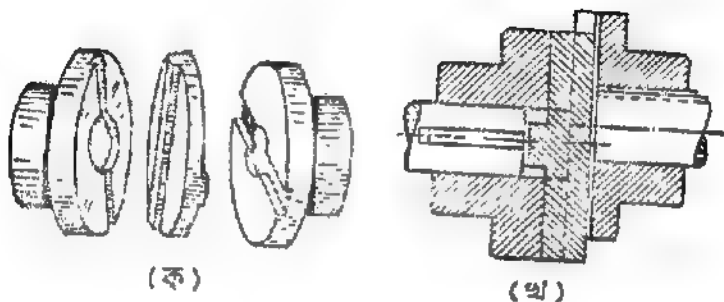
ঘর্ষণ ক্লাচ কাপলিং : এই কাপলিং-এ শাফট দুটোকে চাপের সাহায্যে সংযুক্ত করানো হয় বলে, ইহাকে সঙ্কোচন কাপলিং (Compression coupling) বলা হয়। এতে কাপলিং-এর অংশ দুটোকে দুটি কী-এর সাহায্যে শাফটের



চিত্র ৩২২ : কৌণিক ঘর্ষণ ক্লাচ কাপলিং-এর আংশিক কল্পিত নকশা।

সঙ্গে সংযুক্ত করা থাকে এবং উপরিভাগের ঘর্ষণজনিত বাধার মাধ্যমে ইহারা পরস্পর পৃষ্ঠভাবে এঁটে ধরে। একটি ঘুরন্ত শাফট হতে স্থির শাফটের গতি পরিবর্তন করতে এই ধরনের কাপলিং ব্যবহৃত হয়। আবার একই সরল কেন্দ্রে রেখা মতো ঘুরন্ত দুটি শাফটকে হঠাৎ বিযুক্ত করতেও এই কাপলিং উপযোগী। ৩২২ চিত্রে একটি কৌণিক ঘর্ষণ ক্লাচ কাপলিং দেখানো হয়েছে।

(চ) অলডহামস কাপলিং : যে শাফট দুটির কেন্দ্রে রেখা সামান্তরাল, কিন্তু একই রেখায় অবস্থান না করে কিছুটা উঁচু বা নিচুতে অবস্থান করে, সেক্ষেত্রে অলডহামস কাপলিং ব্যবহার করা হয়। এই কাপলিং তিনটি অংশ নিয়ে গঠিত, যেমন :

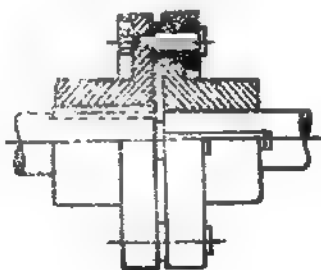


চিত্র ৩.২৩ : অন্তঃস্থায়ী কাপলিং-এর (ক) সংযোগ ও (খ) সংযোগের নকশা

দুটি ফ্ল্যাঞ্জ (flange) এবং একটি ডিস্ক (disc)। ৩.২৩ চিত্রে (ক) ও (খ) দুটি ফ্ল্যাঞ্জের মাঝখানে নালী কাটা থাকে এবং ইহাদ্বয়কে শ্যাফটের প্রান্তে কী-এব সাহায্যে সংযুক্ত করানো হয়। দুটি ফ্ল্যাঞ্জের মাঝখানে অবস্থান করে ডিস্ক যার উভয় দিকে বিপরীতমুখী এক সমকোণে এবং ফ্ল্যাঞ্জের নালীর পলিন্দ পথে সমান দুটি সায়তাকার উঁচু অংশ থাকে। ডিস্কের এই বর্ধিতাংশ দুটো ফ্ল্যাঞ্জ দুটোর নালীর মধ্যে প্রবেশ করিয়ে সংযুক্ত করানো হয়। ৩.২৩ (খ) চিত্রে এই কাপলিং এর কতিপয় সংযোজিত নকশা দেখানো হয়েছে।

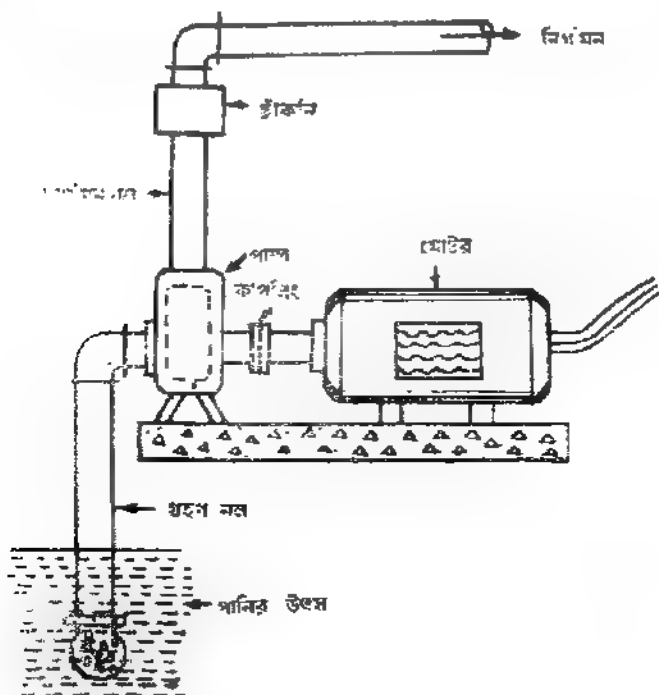
## ২. নমনীয় কাপলিং

সাধারণত কম বা মধ্যম ক্ষমতাসম্পন্ন যন্ত্রের ঘূর্ণনগতি অপরাপর যন্ত্র স্থানান্তরের জন্য নমনীয় কাপলিং ব্যবহার করা হয়। আবার যে স্থানে দুটি শ্যাফটের কেন্দ্রের সমসূত্রতা বা একরেখাকরণ (alignment) থাকে না, তখন এই কাপলিং ব্যবহার করলে মান্যতা সঞ্জন দ্বারা ঘূর্ণন সংশোধিত হয়। নমনীয়



চিত্র ৩.২৪ : নমনীয় কাপলিং-এর আংশিক কতিপয় নকশা।

কাপনিং বিভিন্ন প্রকার হয়। ৩.২৪ চিত্রে একপ্রকার নমনীয় কাপনিং দেখানো হয়েছে। ইহাতে একটি ফ্লোঞ্জ-এর সঙ্গে পিন নাটের সাহায্যে দৃঢ়ভাবে সংযুক্ত



চিত্র ৩.২৫ : সেন্টিফিউগ্যাল পাম্প ও বৈদ্যুতিক মোটর সংযোগে নমনীয় কাপনিং-এর ব্যবহার।

করা এবং অপর ফ্লোঞ্জ-এ পিনের ব্যাস অপেক্ষা বড় ব্যাসের গোল ছিদ্র করা থাকে। রাবার বা চামড়ার ওয়াশারের আবরণসহ পিনটিকে এই ছিদ্রের মধ্যে সামান্য চলাচল প্রবেশ করানো হয়। প্রকৃতপক্ষে, এই রাবার বা চামড়া নমনীয় ধাতু বলে উক্ত ফ্লোঞ্জসমূহ সংযোজনে সমসুত্রতা বা সামঞ্জস্য রাখা করতে সক্ষম হয়।

৩.২৫ চিত্রে সেন্টিফিউগ্যাল পাম্প ও বৈদ্যুতিক মোটর সংযোগে নমনীয় কাপনিং-এর ব্যবহার দেখানো হয়েছে।

### প্রশ্নমালা

- ১। (ক) লিমিট ফিট (limit fit) বলতে কি বুঝ?
- (খ) ইহা কত প্রকার ও কি কি?
- (গ) চিত্রসহ একপ্রকার লিমিট ফিট দেখাও।
- ২। (ক) টলারেন্স (tolerance) বলতে কি বুঝ?
- (খ) ইহা যন্ত্রাংশের কোথায় পনিয়াকিত হয় চিত্রসহ উল্লেখ কর।
- (গ) ইহা কত প্রকার ও কি কি?
- (ঘ) চিত্রসহ একপ্রকার টলারেন্স বর্ণনা কর।
- ৩। (ক) যন্ত্রাংশের ফাঁক (clearance) বলতে কি বুঝ?
- (খ) যন্ত্রাংশের ফাঁক ও সাধারণ ফাঁক-এর মধ্যে পার্থক্য কি চিত্রসহ দেখাও?
- (গ) ইন্টারফিয়ারেন্স (interference) শব্দটি যান্ত্রিক নকশার ক্ষেত্রে কতখানি, চিত্রসহ বর্ণনা কর।
- ৪। (ক) কাপলিং (coupling)-এর উদ্দেশ্য কি?
- (খ) ইহা কত প্রকার ও কি কি?
- (গ) দৃঢ় বা কঠোর কাপলিং (Rigid or fixed coupling) কত প্রকার ও কি কি?
- (ঘ) যে কোন একপ্রকার দৃঢ় কাপলিং চিত্রসহ বর্ণনা কর।
- ৫। (ক) কাপলিং প্রস্তুত করতে সাধারণত কি কি বাতু ব্যবহার করা হয়?
- (খ) মাক এবং হাল্ফমাক মাক (Muff and half lathe muff) কাপলিং এর মধ্যে গঠনমূলক পার্থক্য চিত্রসহ দেখাও।
- (গ) স্প্লিট মাক (Split muff) কাপলিং ব্যবহারের প্রধান অসুবিধা কি?
- ৬। (ক) ফ্ল্যাংগড কাপলিং (Flanged coupling)-এর চিত্র এঁকে অসুবিধা ও অসুবিধা বর্ণনা কর।
- (খ) ইউনিভার্সাল কাপলিং (Universal coupling) কোথায় ব্যবহার করা হয় এবং কেন?
- (গ) একটি ইউনিভার্সাল কাপলিং এর চিত্র এঁকে যন্ত্রাংশের নাম লিখ।
- ৭। (ক) ক্লাচ কাপলিং (Clutch coupling) বলতে কি বুঝ?
- (খ) ইহা কত প্রকার ও কি কি?
- (গ) যে কোন এক প্রকার 'ক্লাচ কাপলিং' চিত্রসহ বর্ণনা কর।
- (ঘ) অল্ডহামস (Oldham's) কাপলিং বলতে কি বুঝ?

৮। টিকা লিখ:

- (ক) লিমিট ফিট (Limit fit)
- (খ) যন্ত্রাংশের ফাঁক (Clearance of parts)
- (গ) সাধারণ বা বাতানের ফাঁক (Allowance or air gap)
- (ঘ) টলারেন্স (Tolerance)
- (ঙ) 'ভাল্ভের ইন্টারফিয়ারেন্স কোণ' (Interference angle of valve)
- (চ) কাপলিং (Coupling)।

## চতুর্থ অধ্যায়

### সংযোজক ও লাইপিং নকশা

#### সংযোজক (Fasteners)

ইহা কারিগরি কর্মকাণ্ডে ব্যবহৃত এমন একপ্রকার বিশেষ যন্ত্রাংশ, যার সাহায্যে দুই বা ততোধিক যন্ত্রাংশকে সংযোজন বা একীভূত করা হয়। কোন বস্তু, নালিশ, কোঠা, আসবাবপত্র প্রভৃতির বহাংশ সংযোজন করার কাজে বিভিন্ন প্রকার সংযোজক ব্যবহৃত হয়। তাই, বিভিন্ন প্রকার সংযোজক সম্বন্ধে জ্ঞানার্জন করতে হবে উহাদের নকশা অঙ্কন করা প্রকৌশলীদের জন্য অপরিহার্য। বিভিন্ন প্রকার সংযোজক সম্বন্ধে নিম্নে চিত্রসহ বর্ণনা করা হয়েছে। যেমন :

- (অ) স্ক্রু (Screw),
- (আ) বোল্ট ও নট (Bolt and Nut),
- (ই) রিভেট (Rivet),
- (ঈ) ওয়াশার (Washer),
- (উ) কী (Key),
- (উ) পিন (Pin),
- (ঋ) শ্যাফটিং (Shafting), ইত্যাদি।

#### স্ক্রু

ব্যবহারের নিক বিচার করে স্ক্রুকে দুই ভাগে শ্রেণীভেদ করা হয়, যেমন :

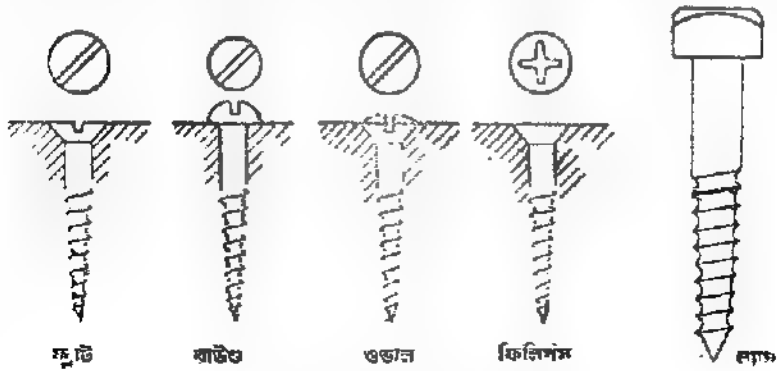
- (ক) মেশিন বা মেশিনিং স্ক্রু (Machine screw) এবং
- (খ) কাঠের স্ক্রু (Wooden screw)।



চিত্র ৪.১ : তিন প্রকার মেশিন স্ক্রু-এর নকশা।

(ক) লৌহজাতীর যন্ত্রাদির যন্ত্রাংশ সংযোজনে যেদিন স্ক্রু ব্যবহৃত হয়। সকল স্ক্রু সংযোগ করতে স্ক্রু-ড্রাইভার ব্যবহৃত হয়। ৪.১ চিত্রে তিন প্রকার যেদিন স্ক্রু-এর নমুনা নকশা দেখানো হয়েছে।

(খ) কাঠের স্ক্রু ব্যবহারের ক্ষেত্রে হলো কাঠ বা কাঠি জাতীর অংশসমূহ সংযোজিত করা। কাঠের স্ক্রু দেখতে লোহান বা মেশিন স্ক্রু অপেক্ষা ভিন্ন। এই স্ক্রু-এর অগ্রভাগ সূচালী এবং প্যাঁচসমূহ কটক কটকে এবং স্ক্রু-এর



চিত্র ৪.২ : দুই প্রকার কাঠের স্ক্রু-এর নমুনা।

ব্যাস অপেক্ষা প্যাঁচের ব্যাস অনেকাংশে বড় থাকে। ৪.২ চিত্রে দুই প্রকার কাঠের স্ক্রু এর নমুনা দেখানো হয়েছে।

### স্ক্রু এর প্যাঁচ (Screw thread)

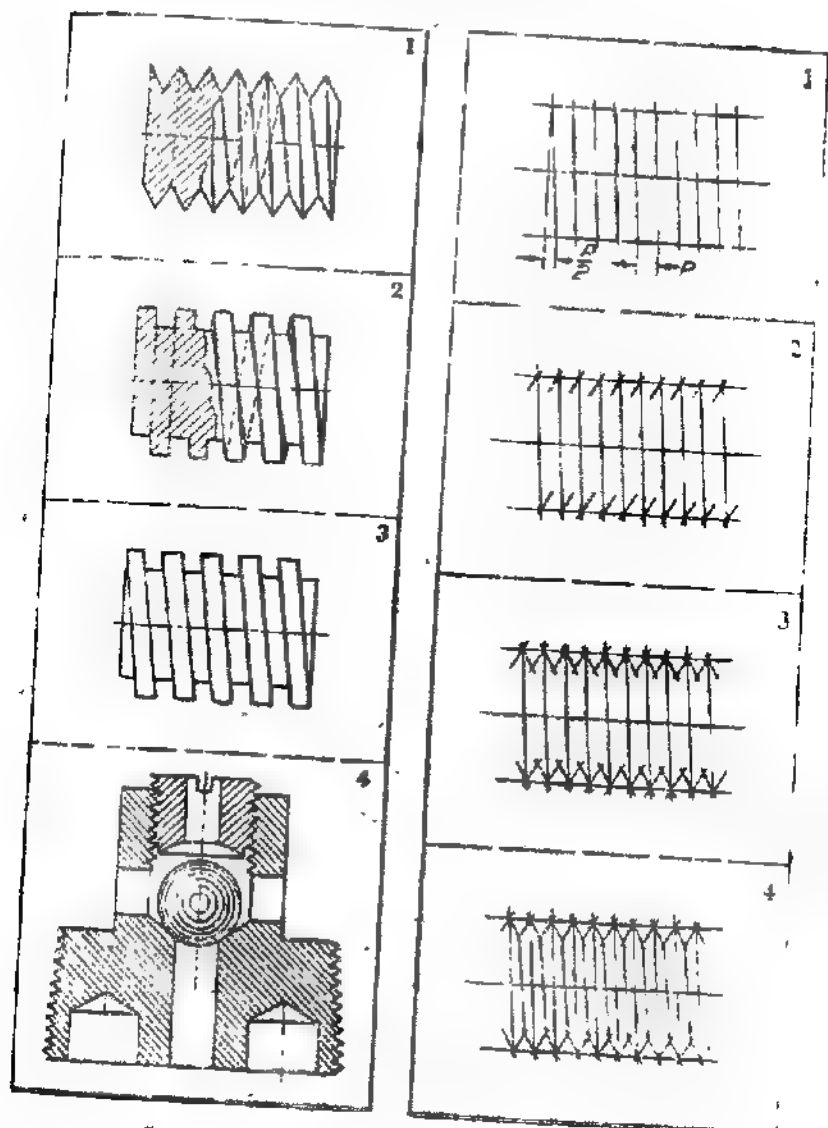
১. স্ক্রু-এর প্যাঁচের আকৃতি অনুসারে উহাকে গণ্যগণ্য দুটি শ্রেণীতে ভাগ করা হয়, যেমন :

- (ক) বর্গাকৃতি প্যাঁচ (Square thread), এবং
- (খ) V-আকৃতির প্যাঁচ (V-thread)।

কারিগরি কর্মকাণ্ডে, এই দুইটি প্যাঁচের মধ্যে V-আকৃতির প্যাঁচের প্রচলন অধিক। ৪.৩ চিত্রে দুটি স্ক্রু-এর বর্গাকৃতি ও V-আকৃতির ঝাঁজ বা প্যাঁচ দেখানো হয়েছে। স্ক্রুয়ের উভয় প্যাঁচই বৈদ্যবহু কেটে প্রস্তুত করা যায়।

২। স্ক্রু-এর প্যাঁচের অবস্থানভেদে উহাকে দুটি শ্রেণীতে ভাগ করা হয়, যেমন :

- (ક) બહિર્ભોગીય પાઈઠ (External thread) એવ  
(ખ) અંતર્ભોગીય પાઈઠ (Internal thread) ।

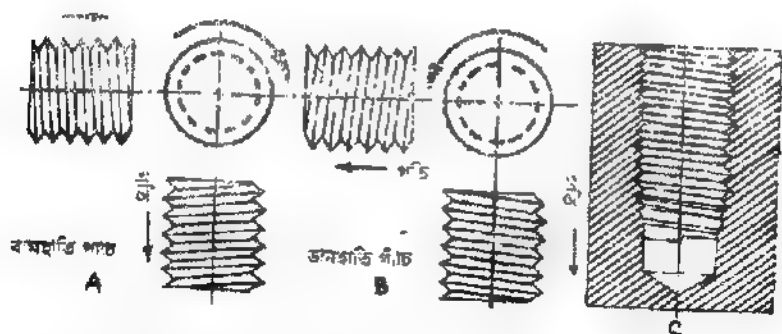


ચિત્ર ૮.૭ : બહિર્-અંતર્ પાઈઠિંગ ઓ વાલ્વિંગ પાઈઠ ।





৪.৫ চিত্রে দুটি বোল্ট দিয়ে ভাঁজহাতি ও বাঁজহাতি প্যাচের নমুনা দেখানো হয়েছে।

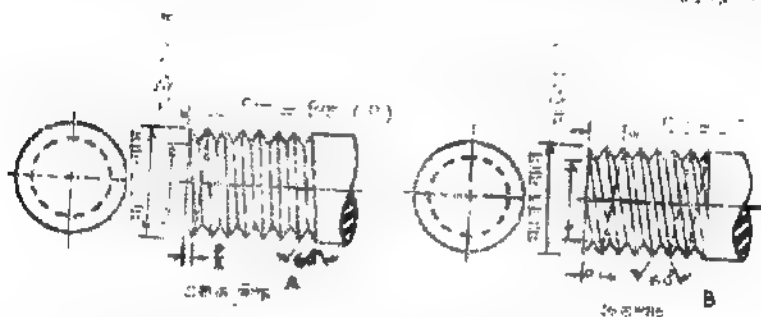


চিত্র ৪.৫ : ভাঁজহাতি ও বাঁজহাতি (প্যাচের) প্যাচের নমুনা।

৪। প্যাচের প্রকৃতি বিবেচনা করে উহাকে আবার দুই শ্রেণীতে ভাগ করা হয়, যেমন :

- (ক) একক প্যাচ (Single thread),
- (খ) দ্বৈত প্যাচ (Double thread),

(ক) একক প্যাচ : কোন বস্তু উপর বরন এফটোই প্যাচ ধুরে ধুরে পড়ে, অগ্রসর হয়, তখন উহাকে একক প্যাচ বলে। সাধারণত এই ধরনের প্যাচ



চিত্র ৪.৬ : একক ও দ্বৈত প্যাচ।

বিভিন্ন প্রকারের বোল্টই অবিকার্য স্থানে ব্যবহৃত হয়। একক প্যাচের বোল্ট প্রকার বা মটিকে বোল্টের উপর দিয়ে পূর্ণ এক প্যাচ ধুরায়ে উহা কোম্পার লিক বহুতরু অগ্রসর হয়, যে বোল্টকে 'পিচ' (Pitch) বলে। এই ধরনের

পাঁচ বৈত প্যাচের তুলনায় অপেক্ষাকৃত কম হোনো এবং পিচ ও লিডের মাত্রা সমান। ৪.৬ চিত্রে একক ও বৈত প্যাচ দেখানো হয়েছে।

(খ) বৈত প্যাচ : উক্ত শক্তি পরিবহনের উদ্দেশ্যে প্যাচের শীর্ষ বা চূড়ার দূরত্বকে যখন বর্ধিত করার আবশ্যিক হয়, তখন একই পিচবিশিষ্ট দুই বা ততোধিক প্যাচকে পরস্পরের সাথে সনাত্তরানভাবে ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে অগ্রসর করানো হয়। এই প্রকার প্যাচকে বৈত প্যাচ বলা হয়। সাধারণত ফাউন্টেন পেনের লাকনি বৈত প্যাচে প্রস্তুত করা হয়। বৈত প্যাচকে পূর্ণ এক পাক ঘুরালে, উহা যতটুকু স্থান অক্ষের দিকে অগ্রসর হয়, ঐ দৈর্ঘ্যকে লিড (Lead) বলা হয়। বৈত প্যাচের পিচ এবং একক প্যাচের পিচের পরিমাপ একই, কিন্তু একক প্যাচের লিডের চেয়ে বৈত প্যাচের লিড দ্বিগুণ পরিমাপের।

এই ধরনের প্যাচ একক প্যাচের তুলনায় বেশি হোনো, যা ৪.৬ চিত্রে দেখানো হয়েছে।

৫। একক দৈর্ঘ্যের প্যাচের সংখ্যা বিবেচনা করে স্ক্রু অথবা বোল্টের প্যাচকে সাধারণত দুই ভাগে শ্রেণীভেদ করা হয়, যথা :

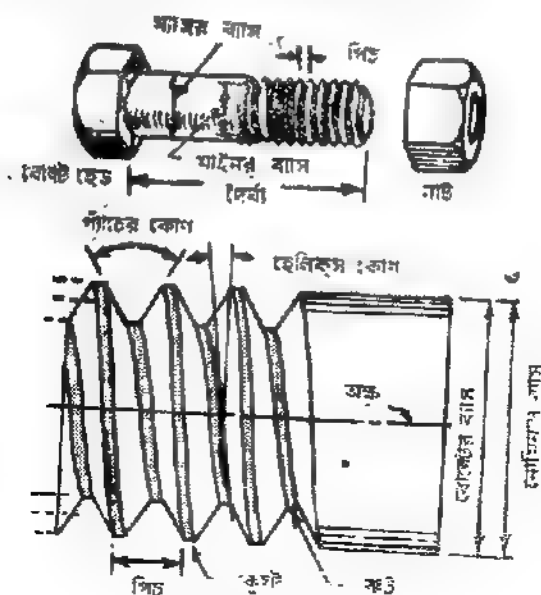
(ক) সূক্ষ্ম প্যাচ (Fine thread) এবং

(খ) মোটা বা অধিক ফাঁকবিশিষ্ট প্যাচ (Coarse thread)।

(ক) সূক্ষ্ম প্যাচ : সাধারণত ছোট আকৃতির স্ক্রু, বোল্ট ও নাটসমূহে ব্যবহৃত প্যাচসমূহকে সূক্ষ্ম আকারে প্রস্তুত করা হয়। যন্ত্রাঙ্গের স্ক্রু-এর অধিকাংশ ক্ষেত্রে এই ধরনের প্যাচ ব্যবহৃত হয়। সূক্ষ্ম প্যাচবিশিষ্ট স্ক্রু, নাট অথবা বোল্টের শক্তি অপেক্ষাকৃত বেশি। কারণ এই প্যাচের পতীব্রতা কম, যা সংযুক্ত অবস্থায় সহজে চিলা হয় না। প্রতি ইঞ্চি, সেন্টিমিটার প্রভৃতি দৈর্ঘ্য পরিমাপের উপর এই প্যাচের সংখ্যা অপেক্ষাকৃত বেশি থাকে। ৪.৭ চিত্রে স্ক্রু-এর সূক্ষ্ম এবং মোটা প্যাচ দেখানো হয়েছে। সূক্ষ্ম প্যাচের স্ক্রু অথবা বোল্ট, নাট প্রভৃতি প্রস্তুত করতে হিম্পাত দাত ব্যবহৃত হয়।

(খ) মোটা প্যাচ : সাধারণত বড় আকৃতির স্ক্রু, বোল্ট ও নাটসমূহে মোটা বা অধিক ফাঁকবিশিষ্ট প্যাচ ব্যবহৃত হয়। প্রতি ইঞ্চি, সেন্টিমিটার প্রভৃতি দৈর্ঘ্য পরিমাপের উপর ইহাতে প্যাচের সংখ্যা অপেক্ষাকৃত কম থাকে। তদুপরি, এই স্ক্রু অথবা বোল্ট প্যাচের উচ্চতা ও পতীব্রতাও বেশি হবে। ফলে উহাদের শক্তি অপেক্ষাকৃত কম হয় এবং সংযুক্ত অবস্থায় চিলা হয় না।

মোট প্যাচের স্ক্রু, নাট অথবা বোল্ট প্রস্তুত করতে সাধারণত ঢলিই লোহ মরম ইস্পাত (Mild steel) প্রভৃতি ধাতু ব্যবহৃত হয়।



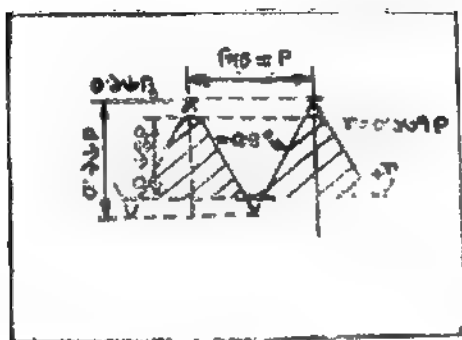
চিত্র ৪.৭ : স্ক্রু-এর সুক্ষ্ম এক বোল্ট প্যাচ।

৬। স্ক্রু-এর প্যাচের আধুনিকতা বিবেচনা করে উৎসাহে নিম্নবর্ণিত তথ্য প্রণীত করা হয়, যেমন:

- (ক) বি. এস. ডব্লিউ (British Standard Whitworth) প্যাচ,
- (খ) এ.এন. ইউনিকায়ড (American National Unified) প্যাচ,
- (গ) শার্প-V প্যাচ (Sharp-V thread),
- (ঘ) ওয়ার্ম প্যাচ (Worm thread), প্রভৃতি।

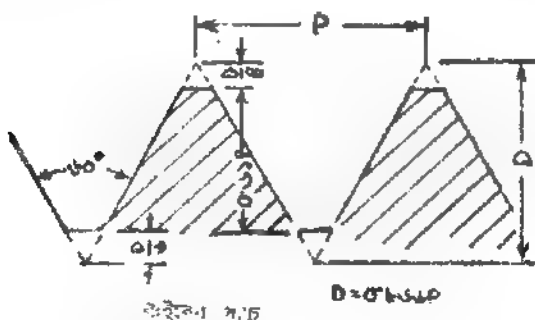
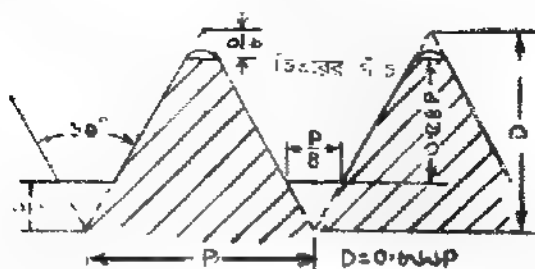
(ক) বি. এস. ডব্লিউ প্যাচ : এই প্রকার স্ক্রু-এর প্যাচ সর্বাধিক প্রচলিত এবং এর মাধ্যমেই সামান্য গোল থাকে। ৪.৮ চিত্র অনুসারে এই প্যাচের একটি প্লেন অপরটিতে  $55^\circ$  কোণ (angle) এবং গভীরতা  $= 0.6803 \times$  পিচ (p) পাত সাধারণ নাট, বোল্ট ও স্ক্রুতে এই ধরনের প্যাচ ব্যবহৃত হয়।

(খ) এ. এন. ইউনিকায়ড প্যাচ : এই ধরনের প্যাচ আন্তর্জাতিক প্যাচ হিসেবে ব্যত। ইহাকে সংক্ষেপে ইউনিকায়ড প্যাচও বলা হয়। এই প্যাচের কোণের



চিত্র ৪.৮ : বি. এম. ভলিউ প্যাচ।

মাত্র  $30^\circ$ , যার বাইরের প্যাচের বেলায় উত্তরেরই রুট (root) বা মাথাই অংশ গোলকাকার, কিন্তু ভিতরের প্যাচের ভিতরের মাথা সামান্য গোলকাকার এবং বাইরের মাথা প্যাচের ভূমি-সমান্বিত থাকে। ৪.৯ চিত্রে ইউনিফরমড প্যাচ দেখানো হয়েছে।



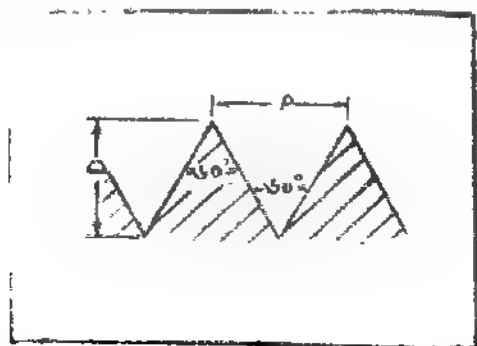
চিত্র ৪.৯ : ইউনিফরমড (ভিতর ও বাইরের) প্যাচ।

এই প্যাচের গভীরতা (বাইরের) =  $\frac{1}{3} D = 0.33 D$

এই প্যাচের গভীরতা (ভিতরের) =  $\frac{2}{3} D = 0.67 D$

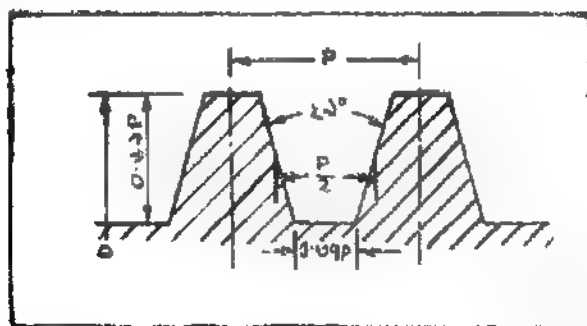
উভয়ের বেলাতেই, প্যাচের কোণ =  $60^\circ$

(গ) শার্প-V প্যাচ: এই প্যাচের আকৃতি ইংরেজি অক্ষর V এর মত এবং সুচ্যুত; ইহাকে অন্য কথায় সেলার্স (Sellers) প্যাচও বলা হয়। কোন কোন



চিত্র ৪.১০ : শার্প-V প্যাচ।

শার্প-V প্যাচের মাথা আংশিক সমতল। উহার দুটি প্যাচের কোণের পরিমাপ  $60^\circ$ , মর্বোচ্চ উচ্চতা  $0.33 P$  এবং সর্বনিম্ন উচ্চতা (চিত্রানুযায়ী)  $0.67 P$  সমতলের পরিমাপ  $\frac{1}{3}$  ইউনিট। ৪.১০ চিত্রে শার্প-V প্যাচের নমুনা নকশা দেখানো হয়েছে।



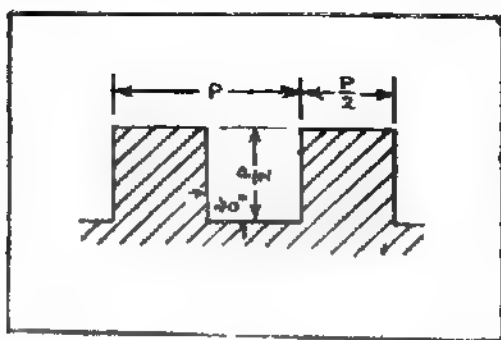
চিত্র ৪.১১ : গুলাঁ প্যাচ।

(খ) তর্য্য পাচ : স্ক্রু, নাট অথবা বোল্টের এই ধরনের পাঁচ গতি (motion) এবং ক্ষমতা (power) হ্রাসান্তর করা এবং অক্ষের সঙ্গে রেখার মধ্যে বল ধারণ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। মোটরযানের গিঁটারিং পদ্ধতিতে ওয়ার্ম গিঁটার ব্যবহৃত হয়। এই পাঁচের কোণের পরিমাপ  $2\frac{1}{2}^\circ$  এবং একই পাঁচের উচ্চতার চেয়ে এই পাঁচের উচ্চতা তুলনামূলকভাবে বেশি, যার মাত্রা  $0.6\frac{1}{2}p$  এবং উভয় পাঁচের চেয়ে নিম্নাংশের দূরত্ব  $0.5\frac{1}{2}p$  ইউনিট। ৪.১২ চিত্রে ওয়ার্ম পাঁচ দেখানো হয়েছে।

৭। পাঁচের প্রচলন বিবেচনা করে স্ক্রু-এর পাঁচকে নিম্নলিখিত চারটি ভাগে শ্রেণীভেদ করা হয়, যেমনঃ

- (ক) বর্গাকৃতি পাঁচ (Square thread),
- (খ) একমি পাঁচ (Acme thread),
- (গ) নাকল পাঁচ (Knuckle thread), এবং
- (ঘ) বাট্রেস পাঁচ (Buttress thread)।

(ক) বর্গাকৃতি পাঁচ : এই ধরনের পাঁচের উপরের এবং নিম্নাংশ ৪.১২ চিত্র অনুযায়ী পরস্পরের মধ্যে সমান্তরাল এবং কোণগুলি কেবল বেধার সঙ্গে  $90^\circ$



চিত্র ৪.১২ : বর্গাকৃতি পাঁচের নমুনা।

পরিমাপের। পাঁচের গভীরতা  $0.5 \times p$  (পিচ) একক এবং পাঁচের প্রস্থ ও উচ্চতার পরিমাণ সমান ( $\frac{1}{2}$ )। ত্যাক স্ক্রুতে এই পাঁচ ব্যবহৃত হয়।

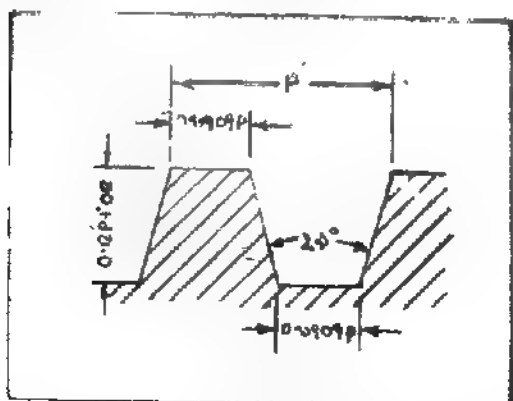
(খ) একমি পাঁচ : ইহা বর্গাকৃতি পাঁচের রূপান্তর মাত্র, কারণ এর পাঁচ-ঘরের কোণের পরিমাণ মাত্র  $2\frac{1}{2}^\circ$ । ইহার রুট (root) অংশ বর্গাকৃতি পাঁচ-অপেক্ষা অধিক শক্তিসম্পন্ন। এই ধরনের পাঁচ বেদমাত্র প্রস্তুত করা বেশ সহজ।

৪.১৩ চিত্রে একমি প্যাচের নমুনা দেখানো হয়েছে। ইহার পরিমাপ নিম্নরূপ :

$$\text{প্যাচের কোণ} = ২৯^\circ$$

$$\text{গভীরতা} = ০.৫ \times \text{পিচ} + ০.০১'' \text{ (০.০২৫৪ সে: মি:)}$$

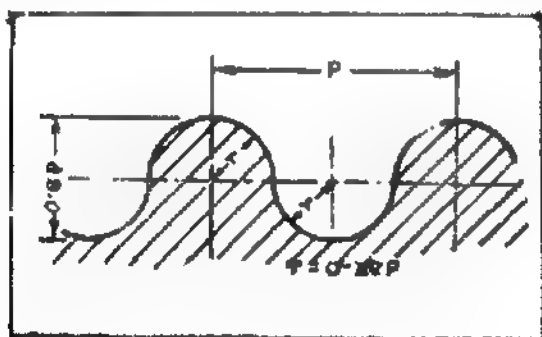
$$\text{চূড়ার প্রস্থ} = ০.৩৭০৭ \times \text{পিচ (p)}$$



চিত্র ৪.১৩ : একমি প্যাচের নমুনা।

লেদ যন্ত্রের নিচ স্ক্রু, হাক নাট প্রভৃতি প্রস্তুত করতে এই প্যাচ ব্যবহৃত হয়।

(গ) নাকল প্যাচ : এই প্যাচের মাথা এবং উভয় প্যাচের সমান্তরাল গোলাকার বা অর্ধগোলাকার থাকে বলে, ইহাকে গোলাকার অথবা রোপ (rope) প্যাচও বলা হয়। ৪.১৪ চিত্রে নাকল প্যাচের নমুনা দেখানো হয়েছে।

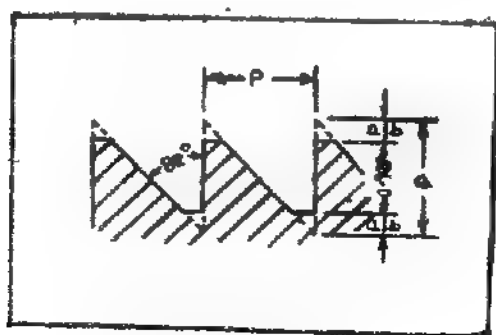


চিত্র ৪.১৪ : নাকল প্যাচের নমুনা।



এই প্যাচের উচ্চতা  $= 0.6 p$  এবং ব্যাসার্ধ  $r = 0.25 p$ ; ইহা রোলপ্যাডের কাপলিং স্ক্রু ও বৈদ্যুতিক ব্যাতির ঢাকনা প্রভৃতির প্যাচ হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

(ঘ) বাট্টেস প্যাচ : ইহা প্রকৃতপক্ষে V-আকৃতির প্যাচ এবং বর্গাকৃতি প্যাচের সমষ্টিবিশেষ। ৪.১৫ চিত্রে এই ধরনের প্যাচের নমুনা দেখানো হয়েছে, যার পরিমাপ নিম্নরূপ :



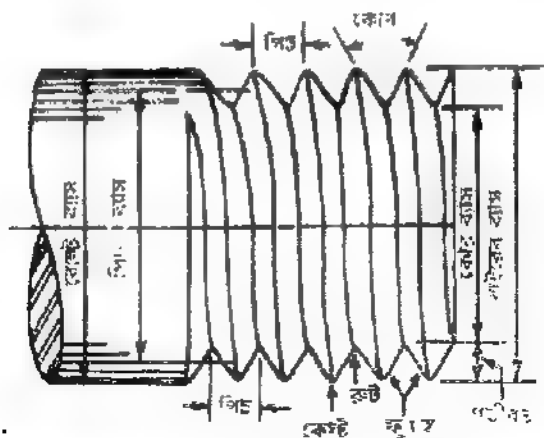
চিত্র ৪.১৫ : বাট্টেস প্যাচের নমুনা।

প্যাচের কোণ  $= 85^\circ$ , গভীরতা  $= 0.69 \times$  পিচ ( $p$ ), চূড়ার প্রস্থের পরিমাপ  $= \frac{\text{পিচ}}{8}$ । প্রত্যক্ষক্রিয়াল ডাইস যন্ত্রে অথবা যে সকল যন্ত্রের প্যাচের উপর এক দিক থেকে চাপ পড়ে, সে সকল ক্ষেত্রে বাট্টেস প্যাচ ব্যবহৃত হয়।

স্ক্রু এর প্যাচের আন্তর্জাতিক মান (International standard of screw thread)

পৃথিবীতে বিভিন্ন রকম যন্ত্রে বিভিন্ন রকম নাট, বোল্ট, স্ক্রু ব্যবহৃত হয়; যার প্রত্যেকটি প্রস্তুত করার জন্য নির্দিষ্ট পরিমাপ ও শাস্ত্র ব্যবহৃত হয় এবং সঠিকভাবে উহাদের নামকরণও করা হয়। একটি নাট, বোল্ট ও স্ক্রু-এর স্থলে যাদের অপর একটি সংযুক্ত করতে হয় এই উদ্দেশ্যে প্রত্যেক স্ক্রু অথবা বোল্টের প্যাচের অন্তর্বর্তী কোণ, গভীরতা ইত্যাদি নির্দিষ্ট মানের হতে থাকে। সেজন্য এই

সবল প্রয়োজনীয় খুচরাংশের প্যাঁচকে 'আদর্শ প্যাঁচ' বলা হয়। ৪.১৬ চিত্রে একটি বোল্ট-এর প্যাঁচ-এর আদর্শ আকর্ষনিক রূপ দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৪.১৬ : একটি বোল্ট-এর প্যাঁচ-এর আদর্শ আকর্ষনিক রূপ।

**ছড়া (Crest) :** স্ক্রু অথবা বোল্ট-এর প্যাঁচের শীর্ষকে চুড়া বলা হয়।

**রাজ (Root) :** সমিহিত দাঁট প্যাঁচের নিম্নতম ভাঁজ বা মুনকে রাজ বলা হয়।

**ফ্লাংক (Flank) :** চুড়া ও রাজ-এর অন্তর্বর্তী পৃষ্ঠদেশকে 'ফ্লাংক' বলা হয়।

**পিচ (Pitch) :** স্ক্রু-এর প্যাঁচের চুড়া থেকে ঠিক পরবর্তী প্যাঁচের চুড়া পর্যন্ত দূরত্বকে পিচ বলে (চিত্র ৪.১৬)। প্যাঁচের আদর্শ মান অনুযায়ী উক্ত পিচ নির্ধারণ করা হয়।

$$\text{পিচ} = \frac{1}{\text{প্রতি মিলিমিটারে প্যাঁচের সংখ্যা}}$$

অর্থাৎ, কোন স্ক্রু অথবা বোল্ট প্রতি মিলিমিটারে নির্ধারিত প্যাঁচের সংখ্যা হলে ১ কে ভাগ করলে উহার পিচ-এর মাত্রা বা পরিমাণ জানা যায়।

**গভীরতা (Depth) :** প্যাঁচের চুড়া থেকে রাজ পর্যন্ত দূরত্বকে (গভীরতা বা গভীরতা) উহার গভীরতা বলে, যা পি-এর উপর নির্ভর করে।

**পাঁচের কোণ (Angle) :** দুটি পাঁচের বাঁকাবাঁকি কোণকে পাঁচের কোণ বলে।

**স্বাভাবিক ব্যাস (Nominal diameter) :** কোন স্ক্রু, নাট অথবা বোল্টের প্রকৃত ব্যাসকে বা পাঁচ কাটার পূর্বকার ব্যাসকে উহার স্বাভাবিক ব্যাস বলে।

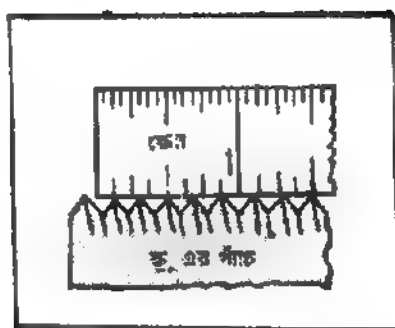
**বাহ্যিক ব্যাস (Outside diameter) :** পাঁচসমূহের শীর্ষ বা চূড়ার ব্যাসকে পাঁচের বাহ্যিক ব্যাস বা সর্বোচ্চ ব্যাস বলে (major dia.)।

**কোর ব্যাস (Core diameter) :** পাঁচের উপরের খাঁচের নিম্নাংশ থেকে নিম্ন খাঁচের নিম্নাংশ পর্যন্ত যে ব্যাস, উহাকে কোর ব্যাস বলে; উহাকে নিম্নতম ব্যাসও (minor dia.) বলা হয়।

**পিচ ব্যাস (Pitch diameter) :** পাঁচের বাইরের ব্যাস থেকে পাঁচের একদিকের গভীরতা বিরোধে 'পিচ ব্যাস' পাওয়া যায়। স্ক্রু, পাঁচের মধ্যকারিটারের সাহায্যে এই ব্যাস পরিমাপ করা যায়।

**একক পরিমাপে পাঁচের সংখ্যা (Thread per unit measurement)**

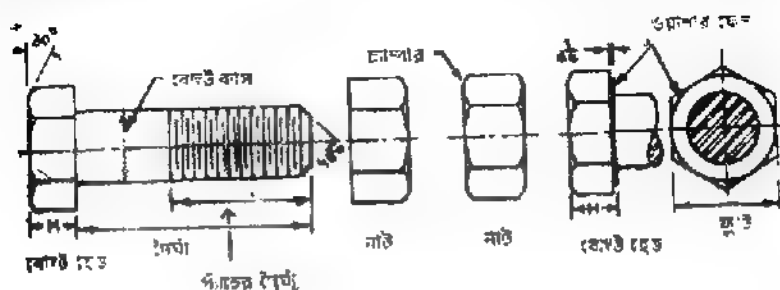
স্ক্রু অথবা বোল্টের প্রতি ইঞ্চি অথবা সেন্টিমিটার-এর দৈর্ঘ্যে যে কয়টি পাঁচ থাকে, উহার উপরই স্ক্রু-এর পাঁচের সূক্ষ্মতা বিবেচিত হয়। প্রতি একক পরিমাপে অপেক্ষাকৃত বেশিসংখ্যক পাঁচ থাকলে উহাকে সূক্ষ্ম পাঁচ এবং অপেক্ষাকৃত কম পাঁচ থাকলে উহাকে বোটা পাঁচ বলা হয়। ৪.১৭ চিত্রে স্টীল কলের সাহায্যে স্ক্রু-এর পাঁচের সংখ্যা পরিমাপ প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে। এর প্রথম চিত্রে স্ক্রু-এর ১ ইঞ্চি (২.৫৪ সে: মি:) দৈর্ঘ্যে ৫ (পাঁচ) টি পাঁচ এবং দ্বিতীয় চিত্রে ১ ইঞ্চি (২.৫৪ সেন্টিমিটার) দৈর্ঘ্যে ৭½ (সাত্বে সাত) টি পাঁচ দেখানো হয়েছে। স্ক্রু পিচ গেজ (Screw pitch gauge) এর সাহায্যে স্ক্রু পিচের বা স্ক্রু-এর পাঁচের সংখ্যাও নির্ণয় করা যায়।



চিত্র ৪.১৭ : স্টীল ফ্লেন-এর সাহায্যে স্ক্রু-এর প্যাচের সংখ্যা (একক পরিমাণে) পরিমাপ প্রক্রিয়া।

## বোল্ট ও নাট

সংযোজন কাজের দৃঢ়তার জন্য স্ক্রু-এর তুলনায় বোল্ট ও নাট অনেক শক্তিশালী। কারিগরি কর্মকাণ্ডে ব্যবহৃত অধিকাংশ বোল্ট ও নাটের মাথা হত-ভুলাকৃতি (hexagonal) হয়ে থাকে। আবার কোন কোনটির মাথা বর্গাকৃতিও



চিত্র ৪.১৮ : দুই প্রকার বোল্ট ও নাটের নকশা।

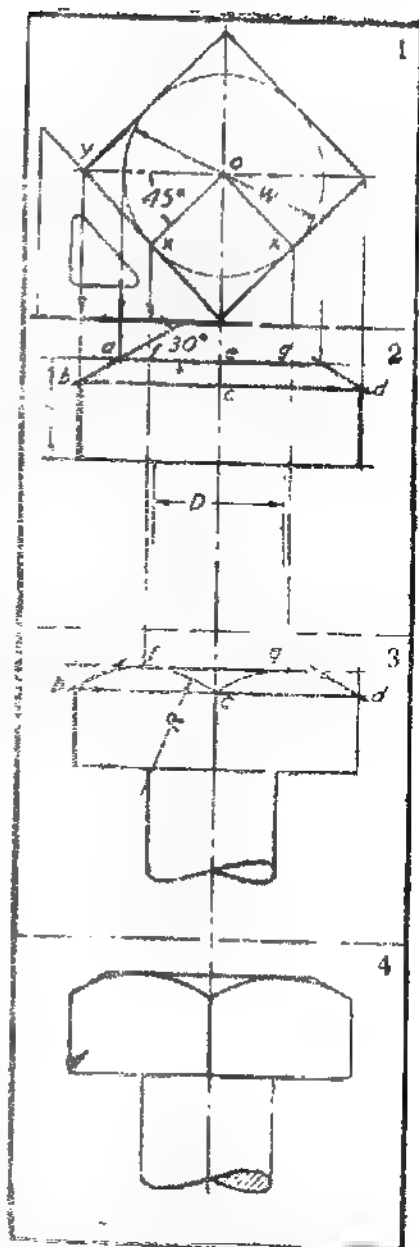
(square) থাকে। ৪.১৮ চিত্রে দুই প্রকার গঠন আকৃতিবিশিষ্ট বোল্টের নকশা এবং দুই প্রকার নাট-এর নকশা দেখানো হয়েছে। এতে বাম পাশের সাধারণ বোল্ট ও নাট এবং ডান পাশের ওয়াশার হেডবোল্ট ও চ্যামফার নাট প্রদর্শন করা হয়েছে। বোল্ট ও নাট-এর নকশা অঙ্কনে সর্বদা কেন্দ্ররেখা, চ্যামফার (Chamfer কোণ-এর মাত্রা  $30^\circ$ , বোল্ট-এর প্রান্তভেগের কোণ  $80^\circ$  এবং ওয়াশার হেড-এর পরিমাপ  $3/4"$  (০.৩৯৭ ইঞ্চি/মিমিটার) বিবেচনা করা হয়।

### বর্গাকৃতি বোল্টের মাথা (Square Bolt head)

কর্ণের আড়াআড়িতে বর্গাকৃতি বোল্টের মাথা অঙ্কন করতে হলে, প্রথমে কেন্দ্রবিন্দু  $O$  এঁকে উহা বরাবর একটি পড়ি কেন্দ্ররেখা (Vertical centre line) এবং একটি আনুভূমিক কেন্দ্ররেখা (Horizontal centre line) টানি হয়। অতঃপর বোল্টের ব্যাসের  $1\frac{1}{2}$  গুণ পরিমাপ নিয়ে বোল্টের মাথার বৃত্ত ( $W = 1\frac{1}{2} D$ ) অঙ্কন করা হয়। এরপর ৪.১৯ চিত্র অনুযায়ী সেটকয়ারের  $80^\circ$  কর্ণ দ্বারা আনুভূমিক ও খাড়া রেখার সঙ্গে বিন্দুগত করে ধরে একের পর এক সেরটি কর্ণ চিহ্নিত করা হয়। নিম্নের সন্নিবিষ্ট কর্ণসমূহকে বিবর্তিত করলে বোল্টের ব্যাসের পরিমাপ পাওয়া যায়। বোল্টের মাথার চওড়া  $H$  একক বোঝায়, যার উপরের দিকে মাথার চ্যামফার (Chamfer)-এর কোণের মাত্রা থাকে  $30^\circ$ । এভাবে উক্ত চিত্রের সেরটি ধাপ অনুযায়ী নিম্নের নির্ণয় বোল্টের মাথা অঙ্কন করা হয়।

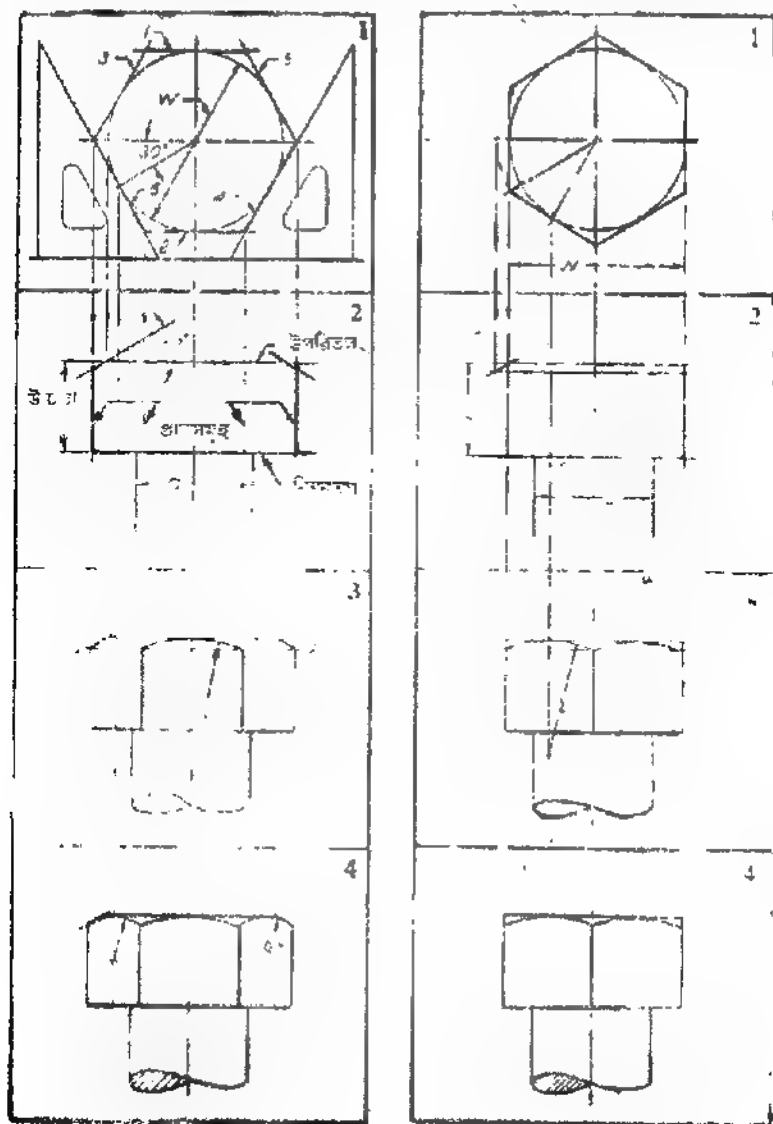
### চতুর্ভুজাকৃতি বোল্টের মাথা অঙ্কন

পূর্বে বর্ণিত বর্গাকৃতি বোল্টের মাথা অঙ্কন প্রক্রিয়ার মত একটি কেন্দ্রবিন্দু নিয়ে তাতে একটি আনুভূমিক ও একটি খাড়া বা উল্লম্ব কেন্দ্ররেখা এঁকে বোল্টের পাশুদেশে আঁকিতে  $1\frac{1}{2}$  চিত্রানুযায়ী সেটকয়ারের  $30^\circ$  কর্ণ ব্যবহার করা হয়। অতঃপর



চিত্র ৪.১৯ : কর্ণের আড়াআড়িতে বর্গাকৃতি বোল্টের মাথা অঙ্কন প্রক্রিয়া।

একই নিয়মে মড়তুল্যকৃতি রাখার পার্শ্বদেখ অঙ্কন করে বোল্টের মাথার উচ্চতা অনুযায়ী পরিমাপ দিয়ে  $30^\circ$  কোণ করে চ্যামফার (chamfer)



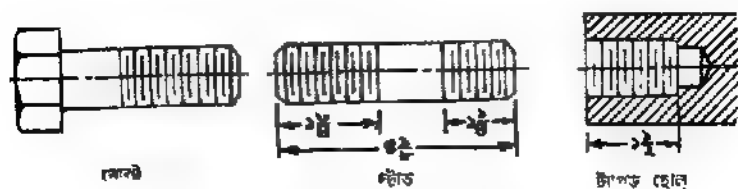
চিত্র ৪২০ : কর্ণবৃত্তের অভিক্ষেপে মড়তুল্যকৃতি বোল্টের মাথা অঙ্কন প্রক্রিয়া।

ক'ক' হয়। দুই চ্যামফারের সংযোগ স্থলে একই কোণের রেখা মিলিত হয়।

বোল্টের ধার অথবা বোল্টের মাথার স্বতন্ত্র ব্যাস পূর্বের নিয়মানুযায়ী ১:২ গুণ হয়। বোল্টের মাথার চ্যামফারের উপরে সোজা দাগ এবং বোল্টের নিম্নাংশে কর্তন রেখা (sectional line) টেনে ঘড়ভুক্তাকৃতি বোল্টের মাথা অঙ্কন সমাপন করা হয়।

### স্টাড ও নাট (Stud and Nut)

কোন মূল যন্ত্রের কার্গিমোর সঙ্গে অপর একটি অংশ শক্তভাবে সংযোজন করতে সাধারনত স্টাড ও নাট ব্যবহৃত হয়। স্টাড দেখতে কিছুটা বোল্টের মত। বোল্টের একদিকে প্যাচ ও অপরদিকে মাথা থাকে এবং স্টাড-এর উভয় দিকে প্যাচ থাকে। এই প্যাচের একাংশ মূলযন্ত্রের কার্গিমোর সঙ্গে এঁটে উহার উপরে আরেকটি প্যাচবিহীন অংশ স্থাপন করে উপর থেকে স্টাডের সঙ্গে নাট প্যাচে



চিত্র ৪.২১ : নাট, স্টাড ও স্টাড সংযোজন প্যাচের গর্ত।

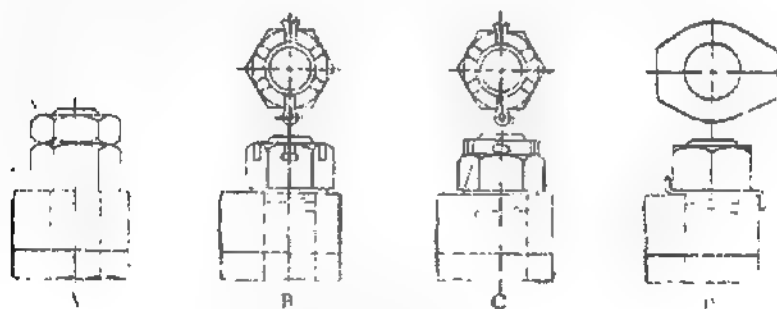
প্যাচে এঁটে সংযোজন কার্য সম্পন্ন করা হয়। ৪.২১ চিত্রে একটি নাট, স্টাড ও স্টাড সংযোজন প্যাচের গর্ত (tapped hole) দেখানো হয়েছে।

সাধারনত সিলিণ্ডার মুকের সঙ্গে গ্যাসকেটের সমন্বয়ে সিলিণ্ডার হেডকে বায়ুদোষী (airtight) বা শক্তভাবে সংযোজনের জন্য স্টাড ও নাট ব্যবহৃত হয়।

### লক নাট (Lock nut)

কোন ঘূর্ণায়মান বা চলমান যন্ত্রাংশে বোল্ট অথবা স্টাড এর সঙ্গে নাট সংযোজনের পরে সেখানি এঁর উপরে আরেকটি রোবক সংযোজন করা হয়, যাতে মূল নাট ঢিলা হলে খুঁসে না পড়ে, এই যন্ত্রের নাটকে লক নাট বলা হয়।

৪.২২ চিত্রে চার প্রকার লক্ নাট-এর নকশা দেখানো হয়েছে। উক্ত চিত্রের প্রথম নাটকে জাম নাট (Jam nut), দ্বিতীয়টিকে বাঁজবিশিষ্ট (Slotted) নাট,



চিত্র ৪.২২ : চার প্রকার লক্ নাট।

তৃতীয়টিকে কাসল (Castle) নাট এবং চতুর্থটিকে ধারণ পাতবিশিষ্ট (locking plate) নাট বলে। এগুলির মধ্যে বাঁজবিশিষ্ট ও কাসল নাটের উপরে বোল্টের ছিদ্রে কটার পিন (Cotter pin) ব্যবহার করা হয়।

## রিভেট (Rivet)

কোন লৌহার কাঠামো প্রস্তুত ও দুই বা ততোধিক খাতুকে স্থায়ীভাবে সংযোজনের জন্য রিভেট ব্যবহার করা হয়; একেত্রে স্ক্রু, নাট অথবা বোল্ট ব্যবহার করা হয় না। কারিগরি কর্মকাণ্ডের বিভিন্ন ক্ষেত্রে বিভিন্ন আকৃতির রিভেট ব্যবহৃত হয়, যেমন :

- (ক) কাঠামো প্রস্তুতকারী (Structural) রিভেট,
- (খ) বয়লার রিভেট (Boiler rivet),
- (গ) ছোট আকৃতির রিভেট (Small rivet), এবং
- (ঘ) বিস্ফোরক রিভেট (Explosive rivet)।

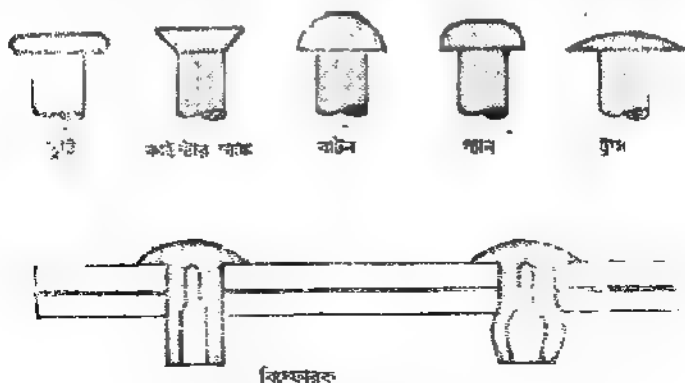


চিত্র ৪.২৩ : কাঠামো প্রস্তুতকারী ও বয়লার রিভেট।



খাত্তব কাঠানো যেমন বড় বড়, ব্রীজ প্রভৃতি প্রস্তুতে কাঠানো প্রস্তুতকারী রিভেট এবং বয়নার ড্রাম ও উহাৰ যন্ত্রপাতি প্রস্তুতে বয়নার রিভেট ব্যবহৃত হয়। ৪.২৩ চিত্রে কাঠানো প্রস্তুতকারী ও বয়নার রিভেট দেখানো প্রযোজ্য। এই ধরনের রিভেটের দৈর্ঘ্য সাধারণ ছোট আকৃতির রিভেট অপেক্ষা বড়। অধিকাংশ রিভেটের একপার্শ্ব হাতুড়ি দ্বারা পিটিয়ে ভৌতা করা হয়।

ছোট-বড় পানির আধার, টাঙ্ক, দেলগাড়ির ওয়াগন প্রভৃতি নির্মাণে ছোট আকৃতির রিভেট এবং জাহাজ বা এই ধরনের ভারী ধাতব কাজের জন্য



চিত্র ৪.২৪ : ছোট আকৃতির ও বিস্ফোরক রিভেট।

বিস্ফোরক রিভেট ব্যবহৃত হয়। এই রিভেটের এক পার্শ্ব ছাদযুক্ত এবং অপর পার্শ্ব বিস্ফোরণ ঘটিলে কিছুটা স্ফীত করা হয়, যেহেতু হাতুড়ি দ্বারা পিটিয়ে তা ভৌতা করা সম্ভব হয় না। ৪.২৪ চিত্রে ছোট আকৃতির ও বিস্ফোরক রিভেট দেখানো হয়েছে।

### ওয়াশার (Washer)

নাট ও বোল্টের মাধ্যমে নিচে প্যাংকিং-এর ব্যবহারের ন্যায় ওয়াশার ব্যবহার করা হয়। ইহার সমন্বয়ে নাট ও বোল্ট অথবা শুধু বোল্টের সংযোগনেও শক্ত ও দৃঢ় হয়। তদুপরি, ইহা অনেক ক্ষেত্রে রোধক হিসেবেও কাজ করে। ইহাকে প্রধানত চার ভাগে শ্রেণীভেদ করা হয়, যেমন:

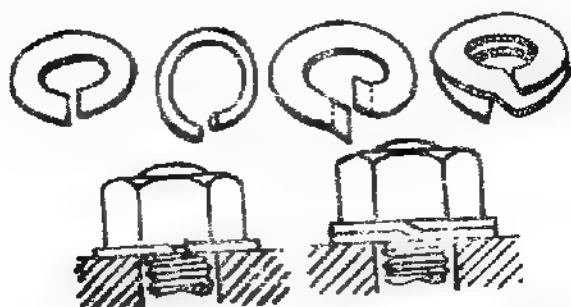
(১) রিং ওয়াশার (Ring Washer): ইহা প্রস্তুত করতে দারিদ্র্য মাইল্ড ইস্পাত, পিতল (brass), তামা (copper) প্রভৃতি ধাতু ব্যবহৃত হয়। ইহা দেখতে

গোল চাক্টি বা সমতল আকৃতির ন্যায়। ৪.২৫ চিত্রে দুই প্রকার ব্ল্যাক ও ব্রাইট রিং ওয়াশার দেখানো হয়েছে, যা ব্ল্যাক (black) ও ব্রাইট (bright) রিং ওয়াশার নামে পরিচিত। প্রস্তুত করার পর ইহাকে 'গ্যালভানাইজ' করা (প্রলেপ দেয়া) হয়।



চিত্র ৪.২৫ : ব্ল্যাক ও ব্রাইট ব্ল্যাক ওয়াশার।

(২) স্প্রিং ওয়াশার (Spring Washer) : স্প্রিং ইস্পাত (spring steel) দ্বারা। এই ধরনের ওয়াশার প্রস্তুত করা হয়। ইহা সংযোগে দিভিরাপকতা (elasticity) গুণে কাজ করে। নাটিকে বিপরীত দিকে ঘোরার পক্ষে বাধা দেয় বলে ইহাকে



চিত্র ৪.২৬ : চার প্রকার স্প্রিং ওয়াশার এবং গ্রিপ ও ডবল ওয়াশারের সংযোগ-দৃশ্য

স্প্রিং ওয়াশার ৪ বসে। ৪.২৬ চিত্রে চার প্রকার স্প্রিং ওয়াশার এবং দুই ধরনের সংযোগ অবস্থা দেখানো হয়েছে যথা : (ক) সিঙ্গেল (single), (খ) স্ট্যান্ডার্ড (standard), (গ) গ্রিপ (rip) এবং (ঘ) ডবল (Double) স্প্রিং ওয়াশার। এই ধরনের ওয়াশার প্রস্তুত করার পর তা দৃঢ় হওয়ার জন্য টেম্পার দেওয়া হয়।

(৩) লিম্পট (Limpit) এবং (৪) ডায়মন্ড (Diamond) ওয়াশার : সাধারণত যন্ত্রবাড়ি প্রস্তুত ও সাধারণ সংযোজন ক্ষেত্রে এই ধরনের ওয়াশারের ব্যবহার সর্বাধিক। টেউটিনের ধরের চালার পানি যাতে বোল্টের ছিদ্র বেয়ে নিচে গড়াতে না পারে, সেজন্য এই ধরনের ওয়াশার পানিবোঝক হিসেবে

ব্যবহৃত হয়। ৪.২৭ চিত্রে লিম্পেট ও ডায়মণ্ড ওয়াশার অঙ্কন করে দেখানো হয়েছে।

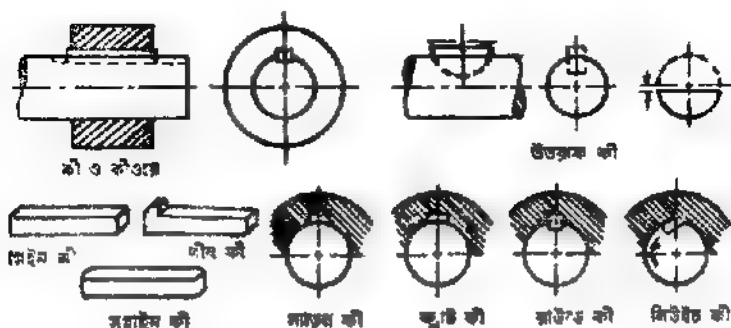


চিত্র ৪.২৭ : লিম্পেট ও ডায়মণ্ড ওয়াশার।

এই ধরনের ওয়াশারসমূহও প্রস্তুতের পর জিক (দস্তা) গ্যালভানাইজ করা হয় বা জিক-এর প্রলেপ দেওয়া হয়ে থাকে।

### কী (Key)

‘কী’-এর বাংলা অর্থ চাবি। কোন শ্যাফট-এর উপরিভাগে পুলি (Pulley), গিয়ার (Gear), চাকা প্রভৃতিকে শক্তভাবে সংযুক্ত করার জন্য কী ব্যবহার করা হয়। উহা সংযুক্ত করতে শ্যাফটের কেন্দ্রের সমান্তরালভাবে তৈরী একটি নালী

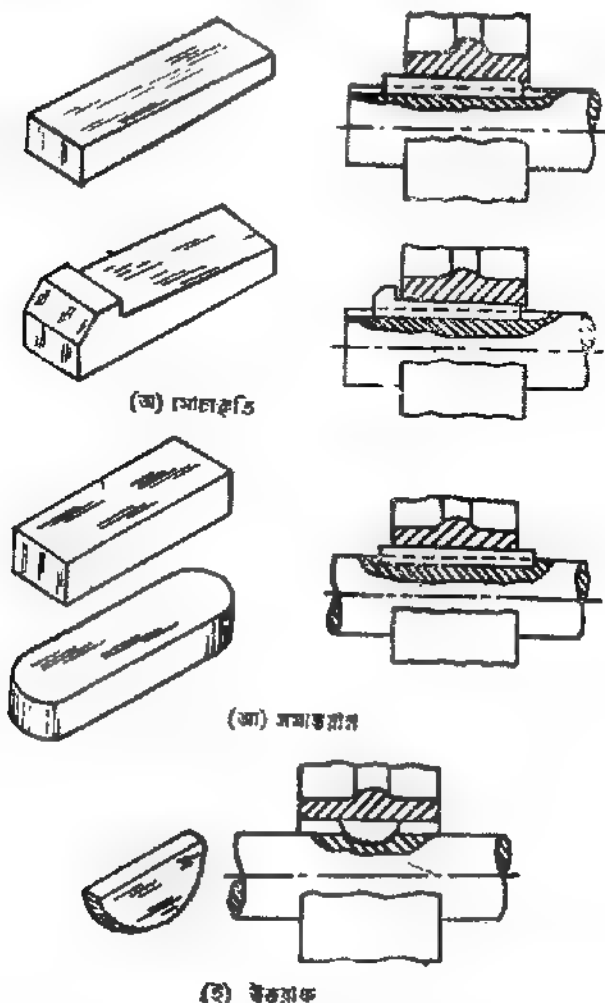


চিত্র ৪.২৮ : ‘কী’-এর সাহায্যে শ্যাফটের সঙ্গে পুলি সংযোগাবস্থা।

বা ‘কী-ওয়ে’ (Key way) প্রস্তুত করা হয়। ইহা সংযোগে শ্যাফট থেকে কোন পুলি কসকে যেতে পারে না। পেটা লোহা ও নরম লোহা ব্যবহার করে কী প্রস্তুত করা হয়। ইহার অর্ধাংশ শ্যাফটের মধ্যে এবং অবশিষ্ট অর্ধাংশ পুলি গিয়ার প্রভৃতির মধ্যে সংযুক্ত থাকে। ৪.২৮ চিত্রে ‘কী’-এর সাহায্যে শ্যাফটের সঙ্গে পুলি-এর সংযুক্ত অবস্থা দেখানো হয়েছে।

‘কী’ সাধারণত তিন প্রকার, যথা :

- (১) সান্ক কী (Sunk Key),
- (২) স্যাডল কী (Saddle Key), ও
- (৩) রাউন্ড কী (Round Key)।

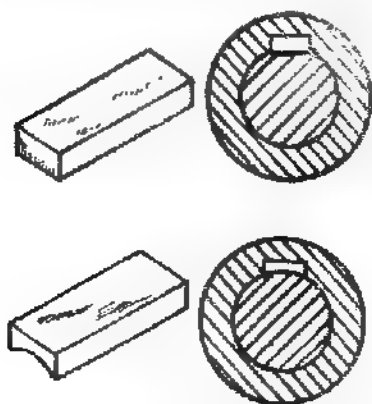


চিত্র ৪.২৯ : বিভিন্ন প্রকার সান্ক কী এবং উন্মোচন সংযোগ-অবস্থা।

সাক্স কী বাবার তিন প্রকার যেনন : (অ) মোচাকৃতি বা ট্যাপার (taper) কী, (আ) সমান্তরাল (Parallel) কী, এবং (ই) উডরাফ (Woodruff) কী। ৪.২৯ চিত্রে এই তিন প্রকার 'সাক্স কী' এবং উহাদের সংযোগ-অবস্থা দেখানো হয়েছে। এই ধরনের কী-সবুহের ব্যবহার সমধিক।

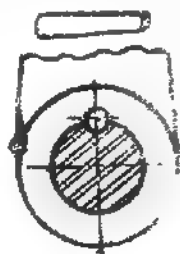
(২) স্যাডল কী (Saddle Key)—ইহাও দুই প্রকার, যেনন :

- (অ) সমতল স্যাডল কী (Flat Saddle Key), এবং  
(আ) ছিদ্রবিশিষ্ট স্যাডল কী (Hollow Saddle Key)।



চিত্র ৪.২০ : স্যাডল কী ও উহাদের সংযোগ-অবস্থা।

এই ধরনের কী দীর্ঘকাল ধরে বাবার ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়, কিন্তু ভারী যন্ত্রাংশের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা যায় না। ৪.২০ চিত্রে স্যাডল কী ও উহাদের সংযোগ-অবস্থা দেখানো হয়েছে।

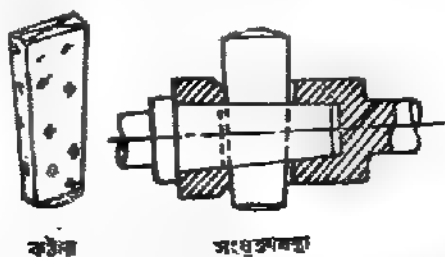


চিত্র ৪.২১ : বউলক বা প্লোয়াকৃতি কী এবং উহার সংযোগ-অবস্থা।

(গ) রাউন্ড বা গোলাকৃতি কী (Round Key) : এই ধরনের কী দেখতে গোলাকার, মোচাকৃতি ও পিনের মতো; সেজন্য এই ধরনের কী-কে পিন কী (Pin Key) বলা হয়। ইহাও অর্ধাংশ শ্যাফটের কী চ্যানেলের মধ্যে এবং অপর অর্ধাংশ পুলি বা গিয়ারের চ্যানেলের মধ্যে সংযুক্ত অবস্থার থাকে, যা ৪.৩১ চিত্রে দেখানো হয়েছে।

## কটার (Cutter)

ইহা এমন এক প্রকার যন্ত্রবিশেষ, যা কোন অক্ষর শ্যাফটের হিঁদ্রের মধ্যে প্রবেশ করিয়ে চাপ বা টান সহ্য করার কাজে ব্যবহার করা হয়। কোন দলের



চিত্র ৪.৩২ : কটারের সঙ্গে একটি শ্যাফট সংযোগ উপলক্ষে বিন হিঁদ্রের কটারের ব্যবহার।

কটারের সঙ্গে কোন শ্যাফটকে শক্তভাবে সংযোজন করার জন্য এই কটার ব্যবহৃত হয়। ৪.৩২ চিত্রে কটারের সঙ্গে একটি শ্যাফট সংযোগ উপলক্ষে বিন হিসাবে কটারের ব্যবহার দেখানো হয়েছে।

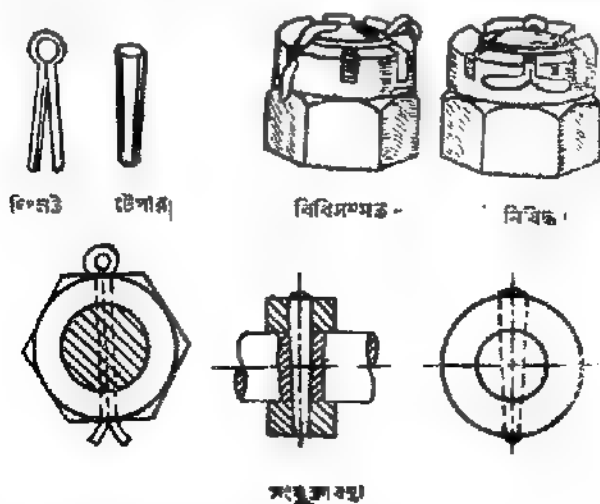
কটার প্রস্তুতে সাধারণত নরম ইস্পাত ব্যবহার করা হয়। দুটি অধুঁকানো ও টানি বা চাপযুক্ত শ্যাফটকে ছোড়া দ্রুতও কটার ব্যবহার করা হয়। কটার সাধারণত চৌকো ও মোচাকৃতি হয় এবং উহা খাঁড়ভাবে সংযোগ করা হয় ফলে টিলা হয়ে পড়ে না যায়।

## স্প্লিট ও টেপার পিন (Split and Taper pin)

স্প্লিট পিনকে অন্য কথায় কটার পিন বলা হয়, যার এক মাথা বিধাবিন্যস্ত এবং অপর মাথা গোলাকার। কাসল নট (Castle nut), বাক্সনট (boxed nut) (slotted nut) প্রভৃতি যাতে বিপরীত দিকে ঘুরে টিলা হয়ে না যায়, সেজন্য

নষ্টকে বোল্টের সঙ্গে যুক্ত করে রাখতে বোল্টের প্রান্তের ছিদ্রদেশে স্প্রিট পিনকে প্রবেশ করিয়ে বাঁকা করে রাখা হয়। ইহা সাধারণত ১৫ মি: মি: থেকে ৬ মি: মি: পর্যন্ত ব্যাস বিশিষ্ট এবং ২৫ মি: মি: থেকে ৭৫ মি: মি: পর্যন্ত দীর্ঘ হয়।

টেপার পিন বলতে মোচাকৃতি পিনকে বুঝায়, যা ক্রমশ সরু হয় এবং ইহা স্প্রিট পিনের পরিবর্তে একই উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হয়। ইহা অনেকটা কটার পিনের



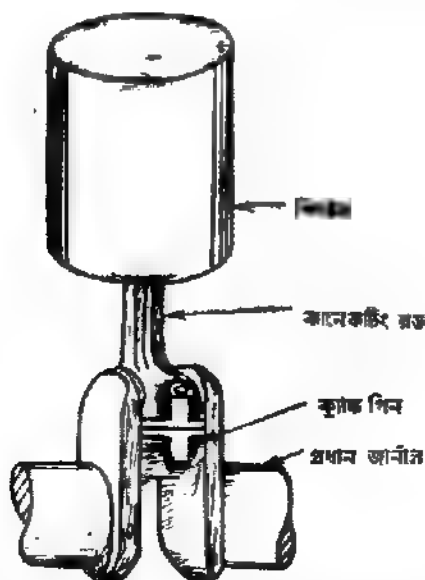
চিত্র ৪.৩৩: স্প্রিট ও টেপার পিনের আকৃতি ও ব্যবহার।

নত কাজ করে। পার্থক্য হ'লো কটার পিনের ব্যাস ও নৈর্ঘ্য, টেপার পিনের চেয়ে বেশি। ৪.৩৩ চিত্রে স্প্রিট ও টেপার পিনের আকৃতি ও ব্যবহার দেখানো হয়েছে। সংযুক্তির পর স্প্রিট পিনের প্রান্তদ্বয়কে বিপরীত দিকে বাঁকিয়ে দেয়া হয় এবং টেপার পিনকে সর্বদা সংযোজন ছিদ্রের উপরের দিক থেকে হাতুড়ি দ্বারা আস্তে পিটিয়ে সংযুক্ত করা হয়।

## শ্যাফটিং (Shafing)

‘শ্যাফটিং’ এক প্রকার সংযোজক। সূত্রাং যে নকশার মাধ্যমে শ্যাফটিং সংযোজক দেখানো হয়, উহাকে শ্যাফটিং নকশা বলে। এই নকশা দ্বারা ট্রান্সমিশন (transmission) অথবা লাইন শ্যাফটসমূহের পুলি গিয়ার, বিয়ারিং, কী-ওয়ে

(Key way) প্রভৃতির স্থান নির্দেশিত বা চিহ্নিত হয়। ৪.৩৪ চিত্রে একটি জার্নালের বিভিন্ন সংযোগের 'শ্যাফটিং নকশা' দেখানো হয়েছে।

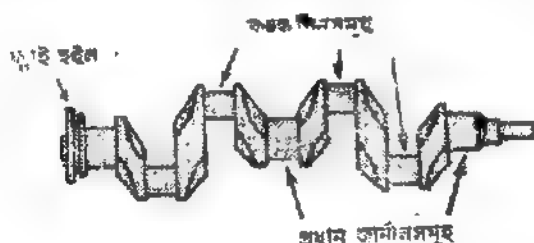


চিত্র ৪.৩৪ : একটি জার্নালের বিভিন্ন সংযোগের শ্যাফটিং নকশা।

এই শ্যাফটিং নকশায় সংযোজকসমূহের সুক্সা বাস অবশ্যই উল্লেখ করতে প্রয়োজন হয়। তৎসঙ্গে নির্দেশিত স্থানের অন্যান্য পরিমাপ উল্লেখ করাও যুক্তিযুক্ত। এই ধরনের শ্যাফটিং প্রস্তুত করতে উত্তম পোটানো অথবা ঠাণ্ডা পোটানো ইম্পাত ব্যবহার করা হয়। বিভিন্ন যন্ত্রের শ্যাফটিং-এর মধ্যে ইঞ্জিনের ক্র্যাঙ্কশ্যাফট, ক্যামশ্যাফট প্রভৃতি একই উপায়ে প্রস্তুত করা হয়। ক্র্যাঙ্কশ্যাফট-এর ক্রাঙ্ক জার্নালের সঙ্গে কানেকটিং বডের বড প্রাচীর বিয়ারিং এবং প্রধান জার্নালের সঙ্গে প্রধান জার্নাল বিয়ারিং সংযুক্ত থাকে। সুতরাং ক্র্যাঙ্ক জার্নাল ও প্রধান জার্নাল হলো ক্র্যাঙ্কশ্যাফটের শ্যাফটিং। শ্যাফটিং প্রস্তুতের পর উহার সংযোজক অংশসমূহের প্রকৃত বাস নির্ধারণ সাপেক্ষে সূচাঙ্করূপে সংস্থাপন করা হয়। ইচ্ছা যন্ত্রাংশ কুঁদাতে বা সংস্থাপন করতে বেন্দ মত্রে বেঁধে কাছ করা হয়। ৪.৩৫ চিত্রে একটি ক্র্যাঙ্কশ্যাফটের শ্যাফটিং নকশা এবং উহাতে বিভিন্ন সংযোজকের স্থানসমূহ চিহ্নিত করা হয়েছে।



সংযোগ-এর সংযোগকসমূহের পরিমাপ নির্দিষ্ট থাকে, যাকে 'স্ট্যান্ডার্ড' পরিমাপ বলা হয়ে থাকে। তাই উহা প্রস্তুত এবং সংযোগ করার বিশেষ সতর্কতা অবলম্বন



চিত্র ৩০৫ : একটি ক্রাফ্‌ফাফ্‌টের প্রাকটিং নকশা এবং সংযোগকসমূহের স্থান চিহ্নিতকরণ।

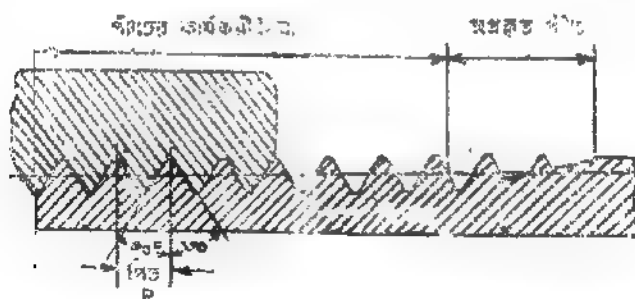
করা হয়। সুস্পষ্টতার নিশ্চয়ন হিসেবে উহার সংযোগকসমূহ নির্দিষ্ট বা নির্দিষ্ট 'স্ট্যান্ডার্ড' পরিমাপ উল্লেখ করা হয়, যা কমবেশি হলে সংযোগকসমূহ সংযোগের বিপরীত দিকে হতে পারে।

### পাইপ ও পাইপিং নকশা (Pipe and Piping Drawing)

সাধারণত কোন ভবন, তাবাতরন, গ্যাসীয় প্রভৃতি ধরনের পদার্থ সুচারুভাবে প্রবাহিত করার জন্য পাইপ ব্যবহৃত হয়। পাইপের আকৃতি, পরিমাপ, ক্ষেত্র ইত্যাদি গণনা করা হয়। ইহা প্রস্তুত করতে বিভিন্ন প্রকার ধাতু ব্যবহৃত হয়, যেমন: লীসা (Lead), ব্রাস (brass), পেটা-লোহা (wrought iron), ইস্পাত (steel), ঢালি-লোহা (cast iron), কাঠ, কংক্রিট (concrete), প্লাস্টিক (plastic) প্রভৃতি।

পানি, বাষ্প, গ্যাস প্রভৃতি প্রবাহের জন্য সচরাচর বিশেষভাবে তৈরী ইস্পাত অথবা নৌহনির্মিত পাইপ ব্যবহৃত হয়। সাধারণ পাইপ প্রভৃতি বিশেষ সতর্কতা পালন না করলেও চলে, কিন্তু পাইপের মধ্যে প্রবাহিত পদার্থের চাপ প্রতি বর্গইঞ্চিতে ১২৫ পাউন্ড (৫৬ ২৫ সেন্টি) উন্নীত হলেই উহা প্রস্তুত বিশেষ সতর্কতা গ্রহণের পালক্ষেপ নেয়া হয়। এই ধরনের পাইপকে অতিরিক্ত শক্তিশালী (extraheavy) পাইপ (X) বলা হয়। যার পুরুত্ব সাধারণ পাইপের চেয়ে বেশি হয়। তাই এই পাইপকে আরও শক্তিশালী করতে পাইপের বাইরের ব্যালিস্টিক বেথে উহার পুরুত্ব বাড়ানো হয়। ফলে, উহার অতর্কত্বের বাস কমে যায়। এই ধরনের পাইপকে দ্বিগুণ অতিরিক্ত শক্তিশালী (Double extraheavy) পাইপ বলে।

পাইপ হস্তান্তর, প্যাচ কাটা, সংযোগ প্রভৃতি কাজের জন্য যে সমস্ত নকশা ব্যবহার করা হয়, উহাদিগকে পাইপিং নকশা বলে। ৪.৩৬ চিত্রে পাইপিং

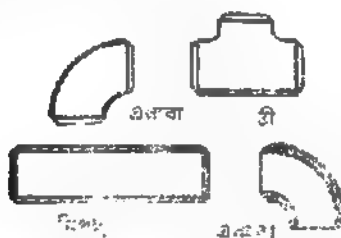


চিত্র ৪.৩৬ : পাইপের সংযোগ উপলক্ষে অন্তর্দেশীয় ও বহির্দেশীয় প্যাচের নমুনা

নকশায় পাইপের সংযোগ উপলক্ষে অন্তর্দেশীয় ও বহির্দেশীয় প্যাচের নমুনা দেখানো হয়েছে। পাইপের প্যাচের কোণের পরিমাণ সাধারণত ৬০° পরিমিত; হয়।

### পাইপ সংযোগ (Pipe fitting)

বিভিন্ন পাইপ লাইনের মাধ্যমে ৪.৩৬ চিত্রানুযায়ী এলবো (Elbow), লি (Lee) নিপল (Nipple), ভালভ (Valve) প্রভৃতি সংযোগ করার জন্য বিভিন্ন প্রকার পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়, যেমন:



চিত্র ৪.৩৭ : পাইপ সংযোগের এলবো, লি, নিপল এবং ভালভ।

- (১) প্যাচের সমন্বয়ে সংযোগ (Screwed pipe fitting),
- (২) ফ্ল্যাংগ-এর সমন্বয়ে সংযোগ (Flanged fittings), এবং
- (৩) বাতু সংযোগের সমন্বয়ে সংযোগ (Welded pipe fitting)

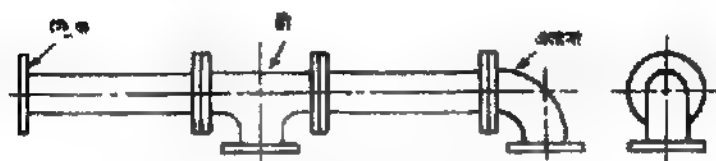
(১) প্যাচের সমন্বয়ে সংযোগ : পাইপ লাইনের অধিকাংশ খুচরাংশের প্রত্যেক-টুক্রেই অন্তর্দেশীয় অথবা বহির্দেশীয় প্যাচ থাকে। কিন্তু বীর্ঘ পাইপের প্রান্তদেশে নির্দিষ্ট পরিমাপের প্যাচ কেটে উহা সজে সাধারণত এলবো, ভান্ড, টী, সিপল



চিত্র ৪.৩৮ : প্যাচের সমন্বয়ে পাইপ সংযোগ নকশা :

প্রভৃতি খুচরাংশ সংযুক্ত করতে হয়। সংযোগের সমস্ত স্থানের পরিমাপ অনুসারে পাইপের কিয়দংশ কেটে কেনা হয়। ৪.৩৮ চিত্রে প্যাচের সমন্বয়ে পাইপ সংযোগ নকশা দেখানো হয়েছে। সাধারণ পানির লাইনে এই ধরনের সংযোগ ব্যবহৃত হয় এবং এই প্যাচ কাটিতে ট্যাপ ও ডাই (Tap & Dies) ব্যবহার করা হয়।

(২) ফ্ল্যান্স-এর সমন্বয়ে সংযোগ : মোটা আকৃতির পানি, গ্যাস, বাষ্প প্রভৃতির পাইপ লাইনে প্যাচের সমন্বয়ে সংযোগের পরিবর্তে ফ্ল্যান্স-এর সমন্বয়ে সংযোগ



চিত্র ৪.৩৯ : ফ্ল্যান্স-এর সমন্বয়ে পাইপ সংযোগ নকশা।

প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। ফ্ল্যান্স-এর চতুর্দিকে নির্দিষ্ট সংখ্যক ছিদ্র থাকে, যাতে নাট ও বোল্ট এবং গ্যাসকেট-এর সমন্বয়ে সংযোগ করা হয়। ৪.৩৯ চিত্রে ফ্ল্যান্স-এর সমন্বয়ে পাইপের সংযোগ নকশা দেখানো হয়েছে।

(৩) ধাতু সংযোগের সমন্বয়ে সংযোগ : পাইপ লাইনে স্থায়ী বা বায়ুরোধী সংযোগের উদ্দেশ্যে উহাতে ধাতু সংযোগ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। সাধারণত গ্যাস সলবরাইজ লাইনে এই ধরনের সংযোগ ব্যবহার করা হয়। ৪.৪০ চিত্রে ধাতু সংযোগের সমন্বয়ে পাইপের সংযোগ নকশা দেখানো হয়েছে।



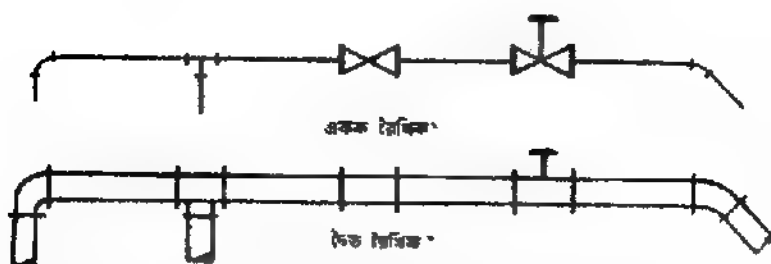
চিত্র ৪.৪০ : বাঁচু সংযোগের সমন্বয়ে পাইপের সংযোগ নকশা।

### পাইপের রৈখিক নকশা (Line diagram of pipe)

পাইপের আকৃতি, সংযোজন স্থিতিস্থাপক প্রভৃতির পাইপিং নকশা সাধারণতঃ বুঝানোর জন্য যে নকশা অঙ্কন করা হয়, উহাকে পাইপের রৈখিক নকশা বলে। এই নকশা দুই প্রকার, যথা :

- (ক) একক রৈখিক নকশা (Single line diagram),
- (খ) দ্বৈত রৈখিক নকশা (Double line diagram)।

একটি রেখার মাধ্যমে অঙ্কিত পাইপিং নকশাকে একক রৈখিক নকশা এবং দ্বৈত রেখার মাধ্যমে অঙ্কিত পাইপিং নকশাকে দ্বৈত রৈখিক নকশা বলে, যা ৪.৪১



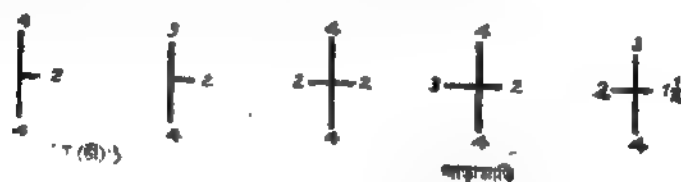
চিত্র ৪.৪১ : পাইপের একক ও দ্বৈত রৈখিক নকশা।

চিত্রে দেখানো হয়েছে। কারিগরি কর্মকাণ্ডে একক রৈখিক নকশা প্রতীক ধরনের নকশা এবং দ্বৈত রৈখিক নকশা প্রকৃত তথ্যগত নকশা হিসেবে পরিগণিত হয়।

### পাইপ সংযোগের আকৃতি নকশা

পাইপ লাইনের বিভিন্ন অংশে এনবো, টী, আড়াআড়ি প্রভৃতি আকৃতির সংযোগ দেখানোর জন্য যে একক রৈখিক পাইপিং নকশা অঙ্কন করা হয়, উহাকে পাইপ সংযোগের আকৃতি নকশা বলে। ৪.৪২ চিত্রে পাইপ সংযোগের আকৃতি

নকশা দেখাও। তদনুসৰে। সাধাৰণ পাইপিং সংযোগ দেখাতে এই নকশা ব্যবহৃত  
কৰা হয়। এই নকশায় বিভিন্ন ব্যাসবিশিষ্ট পাইপেৰ ব্যাসও সংক্ষেপে উল্লেখ  
কৰা পোৱাৰ।



চিত্ৰ ৪.৪২: পাইপ সংযোগৰ আকৃতি নকশা।

### পাইপেৰ মূল্য ও ব্যবহার

সাধাৰণত পাইপেৰ ব্যবহাৰক্ষেত্ৰেৰ গুৰুত্ব বিবেচনা কৰে পাইপেৰ প্ৰকৃতি  
ও মূল্য বিবেচনা কৰা হয়। যেমন পানি, বাষ্প ও গ্যাস সৰবৰাহেৰ পাইপসমূহ  
সৰ্বদাই লোহাই লোহা, পেটা লোহা বা ইস্পাত নিৰ্মিত হয়; কলে এণ্ডলিৰ দামও  
সেই কুলগাম বেছি। তদুপৰি, সৌৰিন দ্ৰব্যাদি সংযোগেৰ কাৰণে পিটল, বৌদ্য  
প্ৰভৃতি ষাৰু নিৰ্মিত পাইপ ব্যবহৃত হয়, এবং উহাৰ মূল্যও সেই হাৰে অধিক। তবে  
বৈদ্যুতিক স্যাকিট, বাড়িৰ ওয়াৰিং ও হালুকা পানিৰ লাইনে আচ্চকাম প্লাষ্টিক  
পাইপ ব্যবহৃত হৈছে। উহাৰ মূল্য সবচেয়ে কম।

সুতৰা: পাইপেৰ ব্যাস, গঠন, ষাৰু, পুৰুষ প্ৰভৃতি দিক বিবেচনা কৰে  
পাইপেৰ মূল্য নিৰ্দ্ধাৰিত হয়।

### প্ৰশ্নমালা

১. (ক) সংযোগক (Fasteners) বলতে কি বুঝ?
- (খ) ইহা কত প্ৰকাৰ ও কি কি?
- (গ) স্ক্ৰুসমূহেৰ একটি কৰে নমুন নকশা অঙ্কন কৰ।
২. (ক) স্ক্ৰু-এৰ প্যাচের (screw thread) আকৃতি কেমন?
- (খ) উক্ত প্যাচের এণ্ডবিভাগ নকশাদহ দেখাও।
- (গ) ওজনহীন ও বানহাতি প্যাচের ব্যবহার বৰ্ণনা কৰ।

৭. (ক) একক ও বৈধ প্যাচ বলতে কি বুঝ ?  
 (খ) কন্ট্রিয়ার নকশাতে উক্ত প্যাচসমূহের কোনটি বেশি ব্যবহৃত হয়।  
 (গ) সুস্থ ও মোটা প্যাচের পার্থক্য কি তা চিত্রসহ দেখাও।
৮. (ক) ফ্রু-এর প্যাচের আধুনিকত বিবেচনা করে উহাকে সাধারণত কত ভাগে ভাগ করা হয় ?  
 (খ) উক্ত ভাগসমূহের নাম লিখ এবং চিত্রসহ নির্দিষ্ট পরিমাপ উল্লেখ কর।
৯. (ক) প্যাচের প্রচলন বিবেচনা করে উহাকে সাধারণত কত ভাগে ভাগ করা হয় ?  
 (খ) উক্ত প্যাচসমূহের চিত্রসহ নাম উল্লেখ কর।  
 (গ) উহাদের ব্যবহারক্ষেত্রও সংক্ষেপে লিখ।
১০. (ক) ফ্রু-এর প্যাচের আন্তর্জাতিক মান (International standard) কত কি বুঝ ?  
 (খ) একটি বোল্ট (Bolt) বঁকে উহার বিভিন্ন অংশের নাম ও পরিমাপ উল্লেখ কর।
১১. (ক) ফ্রু-এর একক পরিমাপে প্যাচ (Thread per unit measurement) এর সংখ্যা কিভাবে নিরূপণ করা যায় লিখ।  
 (খ) চিত্র সাহায্যে উক্ত পরিমাপ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।  
 (গ) ফ্রু ও বোল্ট এর প্যাচের পার্থক্য আছে কি ?
১২. (ক) বোল্ট ও নটি-এর চিত্র অঙ্কন কর।  
 (খ) অর্ধস্রাব্দ (Across the flats) একটি বগাকৃতি বোল্টের মাথা অঙ্কন প্রক্রিয়া দেখাও।
১৩. (ক) নগ্নসমূহের আড়াআড়িতে একটি বড়ত্বাকৃতি বোল্টের নাম লিখ এবং চিত্রসহ দেখাও।  
 (খ) বোল্ট ও নটি এবং ফ্রু ও নটি-এর মধ্যে পার্থক্য চিত্রসহ লিখ কর।
১৪. টীকা লিখ :  
 (ক) লক্ নটি (Lock nut),  
 (খ) রিভেট (Rivet),  
 (গ) কী (Key),  
 (ঘ) স্টার (Cutter),  
 (ঙ) স্পিন ও টেপার পিন (Spin and Taper pin)।

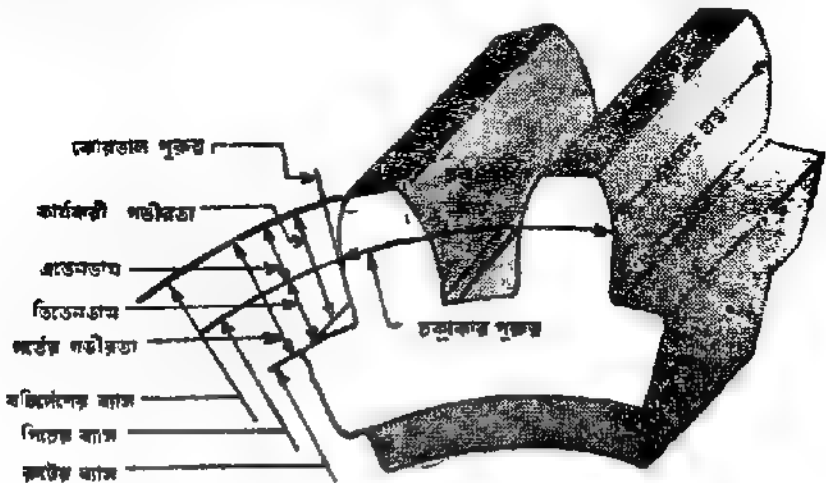
- ১১। (ক) শ্যাফটিং (Shafting) বলতে কি বুঝ ?  
 (খ) উহার ব্যবহারক্ষেত্র বর্ণনা কর।  
 (গ) একটি শ্যাফটিং নকশা অঙ্কন করে উহাতে সংযোজকসমূহের স্থান নির্দেশ কর।
- ১২। (ক) পাইপের কার্যাবলী বর্ণনা কর।  
 (খ) পাইপের সংযোগ প্যাচের চিত্র এঁকে দেখাও।  
 (গ) পাইপ সংযোগ প্রক্রিয়া কি কি? যে-কোন এক প্রকারের চিত্র অঙ্কন করে দেখাও।  
 (ঘ) পাইপের বৈশিষ্ট্য নকশা বলতে কি বুঝ?
- ১৩। (ক) ওয়াশার (washer) বলতে কি বুঝ?  
 (খ) ইহা কি কাজে ব্যবহার করা হয়?  
 (গ) ইহা কত প্রকার ও কি কি?  
 (ঘ) চিত্রসহ প্রত্যেক প্রকার ওয়াশার-এর কার্যাবলী লিখ।

## পঞ্চম অধ্যায়

### গিয়ার, যতনী ও কার্যকরী নকশা

#### গিয়ারের মূলনীতি

যে কোন যন্ত্রাদির যে-কোনটিতে একটি শ্যাফট থেকে অপর শ্যাফটে যান্ত্রিক শক্তি সরবরাহের জন্য সাধাবর্ণিত যে যন্ত্র বা যন্ত্রাংশ ব্যবহার করা হয়, উহাকেই গিয়ার বলে। যে গিয়ার উহার শ্যাফট কর্তৃক ঘূর্ণনগতি প্রাপ্ত হয়, উহাকে চালক বা ড্রাইভ গিয়ার (drive gear) এবং যে গিয়ার অপর একটি গিয়ার দ্বারা ঘূর্ণন-গতি প্রাপ্ত হয় উহাকে চালিত বা আইডল গিয়ার (driven or idle gear) বলা



চিত্র ৫.১ : গিয়ারের পঠন।

হয়। গিয়ারের হিন্ডুলিকে গিয়ারের দাঁত (gear tooth), একটি দাঁত থেকে অপর দাঁতের মধ্যকার গর্তকে বীজ, গিয়ারের কেন্দ্রবিন্দু থেকে দাঁতের বাইরের পরিমাপ পর্যন্ত ব্যাসকে বহির্দেশের ব্যাস (outside dia.), কেন্দ্রবিন্দু থেকে বীজ পর্যন্ত ব্যাসকে মূল ব্যাস (root dia.), বীজ থেকে দাঁতের উপরিভাগ পর্যন্ত উচ্চতাকে দাঁতের পূর্ণ গভীরতা (whole depth), গিয়ারের বাইরে অপর গিয়ারের দাঁত যে পর্যন্ত প্রবেশ করে উক্ত উচ্চতাকে কার্যকরী গভীরতা (working

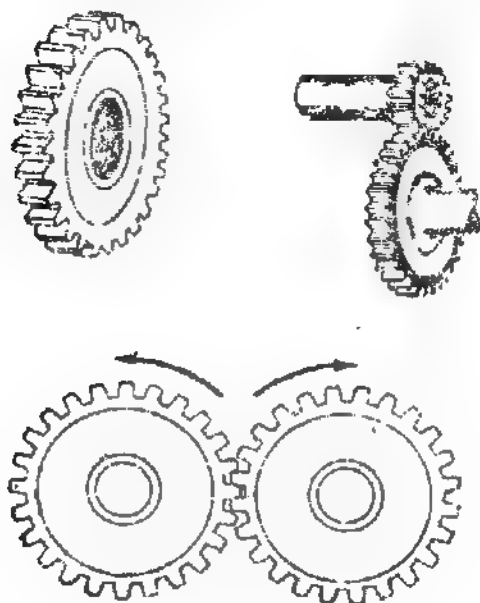


depth) বলা হয়। গিয়ার প্রস্তুত করতে সাধারণত ঢালি লৌহ ব্যবহার করা হয়। এ.১ চিত্রে একটি সাধারণ গিয়ারের গঠন দেখানো হয়েছে।

### প্রকারভেদ ও ব্যবহার

ব্যবহারের কঠিনতা, প্রকৃতি ও প্রকরণভেদে গিয়ারের গঠন নির্ভরশীল। গিয়ারের দাঁতের গঠন ও ব্যবহারের স্থানভেদে সাধারণত উদাহকে ছয় ভাগে শ্রেণীভেদ করা হয়, যেমন :

- ১। স্পার গিয়ার (Spur gear),
- ২। স্পাইরাল বা কৌশিক বীজবিশিষ্ট গিয়ার (Helical gear)
- ৩। দ্বৈত স্পাইরাল বা হেরিংবোন গিয়ার (Double spiral or herring bone gear)
- ৪। সাধারণ বা প্লানিটারী গিয়ার (Plain or planetary gear)
- ৫। বেভেল গিয়ার (Bevel gear), এবং
- ৬। ওয়ার্ম বা হাইপয়েড গিয়ার (Worm or hypoid gear)।



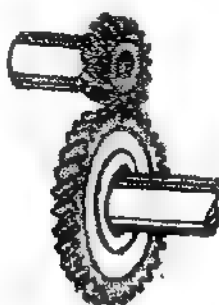
চিত্র ৫.২ : স্পার গিয়ার।

এই সকল গিয়ার বিভিন্ন প্রকার যন্ত্র বা ইঞ্জিনে যান্ত্রিক শক্তি সরবরাহ এবং স্থানান্তর ফাঙ্কনের জন্য ব্যবহৃত হয়। নিম্নে উপরিউক্ত গিয়ারসমূহ সম্বন্ধে বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হয়েছে।

১। স্পার গিয়ার: এই গিয়ারের দাঁতগুলির বাবস্থাপনার গিয়ারের কেন্দ্রের আড়াআড়ি দাঁতগুলি একই সমান্তরালে অবস্থান করে। গিয়ারের মধ্যে ইংই সাধারণ আকৃতির গিয়ার, যা অপরটির সঙ্গে বেশি বা সংযোজন-অবস্থাতেও উত্তর শ্যাফট সমান্তরাল অবস্থায় থাকে। ৫.২ চিত্রে স্পার গিয়ারদ্বয়ের সংযোজন-অবস্থা দেখানো হয়েছে। দুটি সংযোজিত গিয়ারের দাঁতসমূহের পরিমাপ একই থাকে, তবে উহাদের সংখ্যার তারতম্য ঘটেতে পারে।

গিয়ারদ্বয়ের কোন একটির ব্যাস ১ ইঞ্চি এবং অপরটির ব্যাস ২ ইঞ্চি হলে, ছোট গিয়ারটি বড় গিয়ার অপেক্ষা দ্বিগুণ ঘুরবে। স্পার গিয়ারে, যখন উহা কাজ করে, অন্যান্য গিয়ার অপেক্ষা শব্দ একটু বেশি হয়।

২। স্পাইরাল গিয়ার: এ ধরনের গিয়ারের দাঁতগুলি কৌণিক বা হেলিক্সে অবস্থায় থাকে, কিন্তু সংযোজিত উত্তর গিয়ারের শ্যাফট একই সমান্তরালে অবস্থান



চিত্র ৫.৩ : স্পাইরাল বা কৌণিক দাঁতবিশিষ্ট গিয়ারদ্বয়ের সংযোজন-অবস্থা।

করে কাজ করে। স্পাইরাল গিয়ার সংযোজনে পিচ্ছিলভাব বজায় রাখে হয়, যাতে উহা ঘূর্ণনের সময় ঘর্ষণে কম্পন সৃষ্টি না হতে পারে। এই ধরনের গিয়ারে সেজন্য হাল্কা করে প্রস্তুত করা হয়, যাতে অধিক ঘূর্ণন গতিতে অপাধানে কাজ করতে পারে।

অন্যান্য গিয়ার অপেক্ষা স্পাইরাল বা কৌণিক দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার কম শব্দ উৎপন্ন হয় বলে এই ধরনের গিয়ারসমূহ যাত্রীবাহী যানের ট্রান্সমিশন,

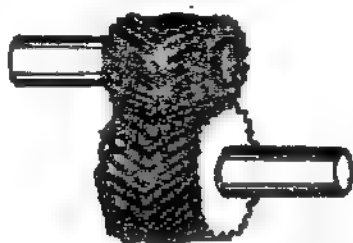
ওভারড্রাইভ এবং ইঞ্জিনটাইমিং গিয়ার হিসেবেই বেশি ব্যবহার করা হয়। ৫.৩ চিত্রে স্পাইরাল গিয়ারদ্বয়ের সংযোজন-অবস্থা দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৫.৪ : স্পাইরাল গিয়ারদ্বয়ের সংযোজন-অবস্থা।

স্পাইরাল গিয়ারদ্বয়ের সকল সংযোজন-অবস্থায় উহাদের শ্যাফট একই সমান্তরালে অবস্থান করে না। ৫.৪ চিত্রে ক্যামশ্যাফট ও ডিস্ট্রিবিউটর ড্রাইভ শ্যাফটের স্পাইরাল গিয়ারদ্বয়ের শ্যাফটদ্বয়কে সমকোণে অবস্থান করে কাজ করতে দেখা যাচ্ছে।

৩। **বৈত স্পাইরাল বা হেলিক্সোন গিয়ার :** এই ধরনের প্রতিটি গিয়ারে বিপরীত দিকে মিলানো কোণিকভাবে দাঁতগুলি অবস্থান করে। বিপরীত দিকে কোণ

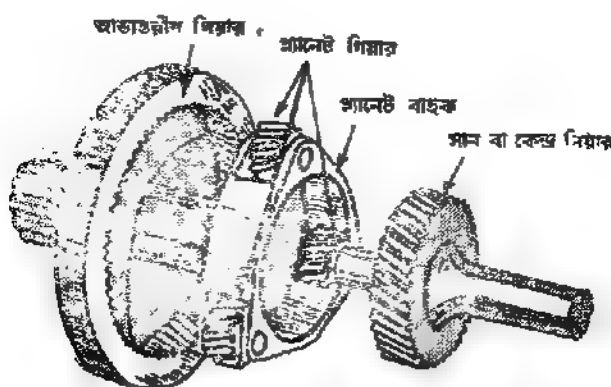


চিত্র ৫.৫ : বৈত স্পাইরাল বা হেলিক্সোন গিয়ারদ্বয়ের সংযোজন-অবস্থা।

করে দুটি স্পাইরাল বা কোণিক দাঁতবিশিষ্ট গিয়ারকে শ্যাফট সমান্তরালে রাখলে বৈত স্পাইরাল বা হেলিক্সোন গিয়ার উৎপন্ন হয়। এই গিয়ারে বিপরীত দিকে কোণ কবে দুটি স্পাইরাল গিয়ার সেট কর্তন করা হয় বলে এই ধরনের গিয়ার অন্যান্য গিয়ার অপেক্ষা সর্বাধিক চওড়া হয়।

আড়াআড়িভাবে ইট কেলের রাক্ত নির্মাণ করলে যেমন উহাকে হেরিংবোন রাক্তা বলে, সেইরূপ এই গিয়ারের দাঁড়গুলি আড়াআড়িভাবে অবস্থান করে বলে এই গিয়ারকে হেরিংবোন গিয়ার বলা হয়। এই ধরনের গিয়ার অত্যধিক মজবুত ও আঁটসাঁটভাবে অবস্থান করে কাজ করে বলে উহাকে পার্শ্বাঙ্গা উৎপন্ন হতে পারে না এবং সংযোজিত অবস্থায় ঢিলা হতে পারে না। ৫.৫ চিত্রে বৈত স্পাইরাল বা হেরিংবোন গিয়ারদ্বয়ের সংযোজন-অবস্থা দেখানো হয়েছে।

৪. সাধারণ বা প্লানেটারী গিয়ার . পূর্বে দুটি গতিবেগবিশিষ্ট ট্রান্সমিশনে সাধারণ বা প্লানেটারী গিয়ারের বেশ প্রচলন ছিল। বর্তমানে ট্রান্সমিশনের হলে উহাকে আধুনিক মোটরযানের চারটি গতিবেগবিশিষ্ট ওভারড্রাইভে জনপ্রিয়তার সঙ্গে ব্যবহার করা হচ্ছে।

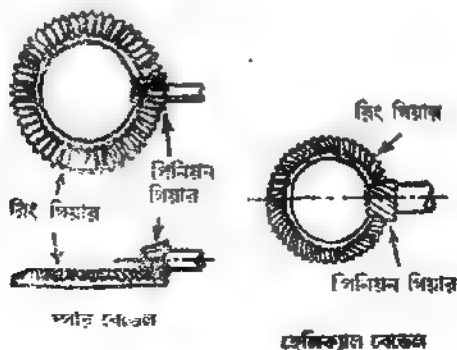


চিত্র ৫.৬ : সাধারণ বা প্লানেটারী গিয়ার ব্যবস্থাপনা।

প্লানেটারী গিয়ার ব্যবস্থাপনায় উহাদের বাইরের দিকে অন্তর্দর্শে দাঁড়বিশিষ্ট রিং অথবা এনুলার গিয়ার থাকে এবং প্লানেটারী গিয়ার বাহকের সঙ্গে তিনটি প্লানেটারী গিয়ার থাকে। রিং গিয়ারের দাঁড়ের ঝাঁজে প্লানেটারী গিয়ারের দাঁড় বিশেষ থাকে এবং প্লানেটারী গিয়ার বাহকের কেন্দ্রে সান বা কেন্দ্রীয় গিয়ার অবস্থান করে, যার সঙ্গে আবার প্লানেটারী গিয়ারসমূহের সংযোগ থাকে। ৫.৬ চিত্রে প্লানেটারী গিয়ার ব্যবস্থাপনা দেখানো হয়েছে।

৫। বেভেল গিয়ার : কোন একটি শ্যাফট থেকে অপর শ্যাফটে কৌণিকভাবে যান্ত্রিক শক্তি সরবরাহ করার জন্য বেভেল গিয়ার ব্যবহৃত হয়। এই কোণের মাত্রা

সাধারণত  $৯০^\circ$  তে নির্ধারণ করা হয়। ৫.৭ চিত্রে প্রথমতঃ স্পার-বেডেল এবং দ্বিতীয়তঃ হেলিক্যাল-বেডেল গিয়ার দেখানো হয়েছে। যখন বেডেল গিয়ারের দাঁতগুলি সোজা থাকে, তখন উহাকে স্পার-বেডেল এবং যখন বেডেল গিয়ারের দাঁতগুলি হেলিক্যাল বা কৌণিকভাবে অবস্থান করে তখন উহাকে হেলিক্যাল-বেডেল গিয়ার বলা হয়।

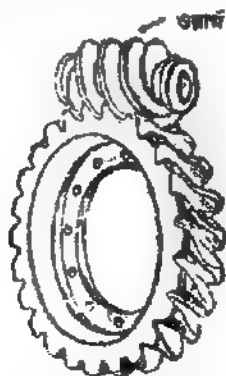


চিত্র ৫.৭ : বেডেল গিয়ারসমূহের সংজ্ঞান-অবস্থা।

সংযোজিত বেডেল গিয়ারদ্বয়ের বড় গিয়ারকে রিং গিয়ার এবং ছোট গিয়ারকে পিনিয়ন গিয়ার বলে। পরিচালনের সময় হেলিক্যাল-বেডেল গিয়ারে স্পার-বেডেল গিয়ার অপেক্ষা শব্দ কম হয় এবং ইহাতে গতিবেগ কমতির হারও বেশি হতে পারে।

৬। ওয়ার্ম বা হাইপারক গিয়ার : মোটরযানের কাইনান হুইতে এই ধরনের গিয়ার সেটের ব্যবহার সর্বাধিক। ওয়ার্ম বা হাইপারক গিয়ার সেটও বেডেল গিয়ার সেটের মত উভয় গিয়ার পরস্পর  $৯০^\circ$  কোণে অবস্থান করে। তবে পার্থক্য হলো,

বেভেল গিয়ার সেটের গিয়ারদ্বয় একই তলে  $90^\circ$  কোণে থাকে, কিন্তু হাইপারভোলিক গিয়ারদ্বয় একই কোণে থাকলেও একই তলে অবস্থান করে না। ৫.৮ চিত্রে ওয়ার্ম



ওয়ার্ম এবং হাইল

চিত্র ৫.৮ : ওয়ার্ম বা হাইপারভোলিক গিয়ার সেট।

বা হাইপারভোলিক গিয়ার সেট দেখানো হয়েছে। যাত্রীবাহী যানের ফাইনাল ড্রাইভে সাধারণত এই ধরনের গিয়ারের ব্যবহার বেশ জনপ্রিয়।

### গিয়ার ও পিনিয়ন

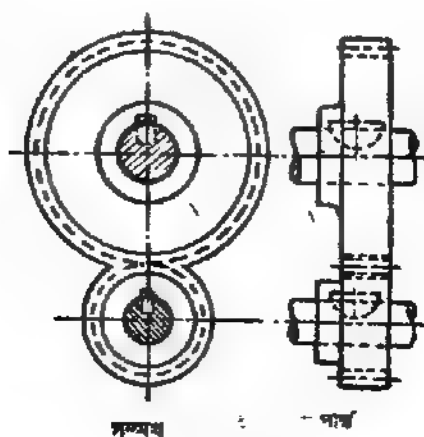
যে কোন একটি গিয়ার সেট লক্ষ্য করলে দেখা যায় যে, যখন একটি ছোট গিয়ার অপর একটি বড় গিয়ারকে ঘুরায় অথবা একটি বড় গিয়ার অপর একটি



চিত্র ৫.৯ : একটি গিয়ার ও পিনিয়নের সংযোগন-ব্যবহার অধিসৌন্দর্যিক নকশা।

ছেটি গিয়ারকে যুগ্মীয় তখন এই গিয়ার সেটের ছেটি গিয়ারকে পিনিয়ন বলা হয়। ৫.৯ চিত্রে একটি গিয়ার ও পিনিয়নের সংযোজন-অবস্থার আইসোমেট্রিক নকশা দেখানো হয়েছে।

গিয়ার ও পিনিয়ন সংযোজন-অবস্থার উহাদের সম্মুখ ও পার্শ্বদেশের নকশা আঁকতে হলে ৫.১০ চিত্র অনুযায়ী প্রথমতঃ গিয়ারদ্বয়ের দাঁতগুলো সামনে এনে সম্মুখ এবং অতঃপর গিয়ারদ্বয়ের শ্যাফটের মাথা সামনে এনে পার্শ্বদেশের নকশা অঙ্কন করতে হয়।



চিত্র ৫.১০ : গিয়ার ও পিনিয়নের সম্মুখ ও পার্শ্বদেশের নকশা।

### র‍্যাক ও পিনিয়ন

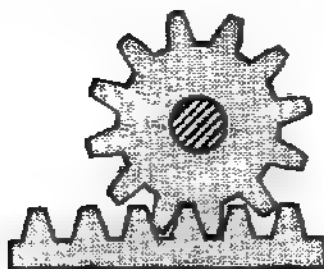
ভিজেল ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে ইনজেক্টর কর্তৃক জ্বালানি সরবরাহের মতো বা পরিমাণ নির্ধারণের জন্য র‍্যাক ও পিনিয়ন ব্যবহার করা হয়। কোন একটি সমান্তরাল দণ্ডের উপর নিমিত্ত গিয়ারকে র‍্যাক এবং উহার উপরে একই পরিমাপের দাঁতবিশিষ্ট গিয়ারকে পিনিয়ন বলা হয়। ৫.১১ চিত্রে র‍্যাক ও পিনিয়নের আইসোমেট্রিক নকশা এবং নিচে সম্মুখ-নকশা দেখানো হয়েছে।

র‍্যাক ও পিনিয়ন অন্যান্য যান্ত্রিক যন্ত্রেও কোন কিছু পরিমাপ নির্ধারণের জন্য ব্যবহৃত হতে পারে। তবে, যে কোন ক্ষেত্রে র‍্যাক ও পিনিয়নের মধ্যে যে

কোন একটি চাক এবং অপরটি চালিত যন্ত্রাংশ হিসেবে কাজ করে কোন যন্ত্রকে জুড়ুভাবে কাজ করতে সাহায্য করে।



আইসোমেট্রিক



সদৃশ্য

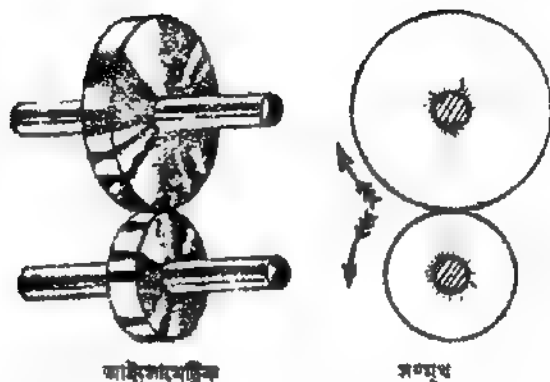
চিত্র ৫.১১ : স্নাক ও পিনিয়নের আইসোমেট্রিক নকশা ও সদৃশ্য-নকশা।

### ঘর্ষণ-চক্র (Friction wheel)

যখন কোন একটি চক্রের পার্শ্বদেশের ঘর্ষণে অপর চক্রটি চালিত হয়, তখন উক্ত চক্রদ্বয়কে ঘর্ষণ-চক্র বলে। এই ঘর্ষণ-চক্রের চতুর্দিকে কোন গিয়ারের সীত কাটা থাকে না। এই চক্রদ্বয়ের একটির ব্যাস অপরটি অপেক্ষা বেশি, পুরুত্ব সমান এবং উহাদের শ্যাফটদ্বয় একই সমান্তরালে অবস্থান করে।

৫.১২ চিত্রে একটি ঘর্ষণ-চক্র সেটের আইসোমেট্রিক নকশা ও সদৃশ্য-নকশা দেখানো হয়েছে।





চিত্র ৬.১২ : একটি বর্ধক-চক গিয়ার আইসোমেট্রিক নকশা ও সমুদয়-নকশা।

### গিয়ারের অনুপাত (Gear ratio)

পূর্বেই আলোচনা করা হয়েছে যে, গিয়ারের ব্যাস ও দাঁতের সংখ্যার উপরে গিয়ারের স্বর্ণনগতি (R.P.M) নির্ভরশীল। উদাহরণস্বরূপ কোন একটি বড় ব্যাসবিশিষ্ট গিয়ারের দাঁতের সংখ্যা ৪৮ এবং ব্যাস ৪'', উহার সঙ্গে সংযোজিত অপর একটি ছোট ব্যাসবিশিষ্ট গিয়ারের দাঁতের সংখ্যা ২৪ এবং ব্যাস ২'' ইঞ্চি। তাহলে, ছোট এবং বড় গিয়ারের স্বর্ণনগতির অনুপাত হবে, ২ : ১, উহাকেই গিয়ারের অনুপাত বলা হয়। আবার এখানে গিয়ারদ্বয়ের ব্যাস অথবা দাঁতের সংখ্যার অনুপাত ধরলে ১ : ২ হবে।

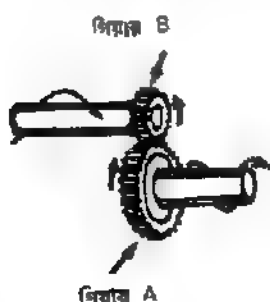
তবে এখানে গিয়ারের অনুপাত হিসাব করতে ড্রাইভিং বা চালক গিয়ার এবং চালিত গিয়ারের দূরত্ব অতিক্রম, প্রতিবেগ, স্বর্ণনগতি, দাঁতের সংখ্যা প্রভৃতির অনুপাতের উপর গিয়ারের অনুপাত নির্ভরশীল।

সুতরাং,

$$\begin{aligned}
 \text{গিয়ারের অনুপাত} &= \frac{\text{চালক গিয়ারের দূরত্ব অতিক্রম}}{\text{চালিত গিয়ারের দূরত্ব অতিক্রম}} \\
 &= \frac{\text{চালক গিয়ারের গতিবেগ}}{\text{চালিত গিয়ারের গতিবেগ}} \\
 &= \frac{\text{চালক গিয়ারের স্বর্ণনগতি}}{\text{চালিত গিয়ারের স্বর্ণনগতি}} \\
 &= \frac{\text{চালক গিয়ারের দাঁতের সংখ্যা}}{\text{চালিত গিয়ারের দাঁতের সংখ্যা}}
 \end{aligned}$$

ধরা যাক, ৫.১৩ চিত্র অনুযায়ী একটি চালিত গিয়ার B-এর দাঁতের সংখ্যা ১৪ এবং চালক গিয়ার A-এর দাঁতের সংখ্যা ২০ টি। তাহলে উক্ত চালক ও চালিত গিয়ারের অনুপাত হবে

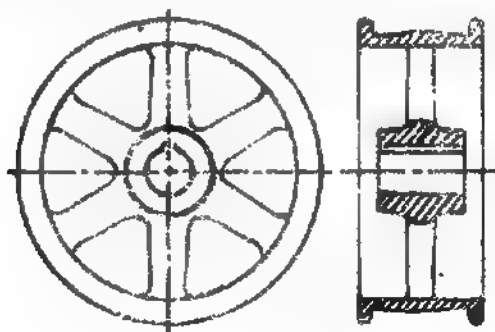
$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{চালক গিয়ারের দাঁতের সংখ্যা}}{\text{চালিত গিয়ারের দাঁতের সংখ্যা}} \\
 &= \frac{২০}{১৪} \\
 &= ১.৪৩ : ১ \text{ [যেহেতু অনুপাতের কোন ইউনিট নেই।]}
 \end{aligned}$$



চিত্র ৫.১৩ : চালক ও চালিত গিয়ারের অনুপাত।

## পুলি (Pulleys)

ইহা দেখতে চক্র বা চাকার মত। ইহাদের কেন্দ্রে প্যাকিং সংযুক্ত করা হয় এবং এটি একটি অক্ষের উপর ঘুরতে পারে। কোম যান্ত্রিক অথবা বৈদ্যুতিক

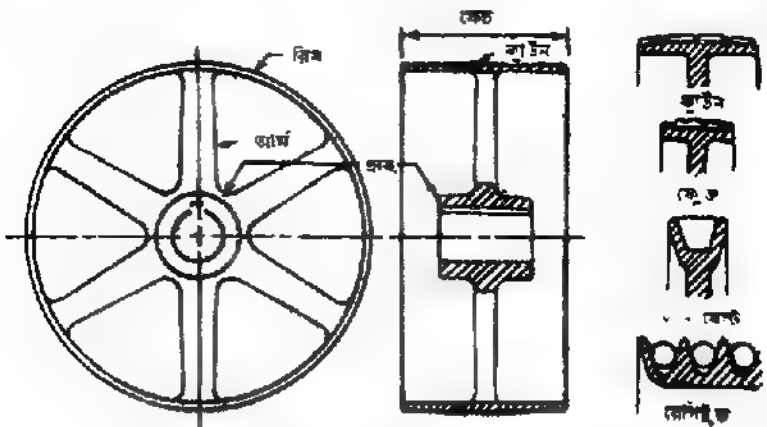


চিত্র ৫.১৪ : একটি পুলির পার্শ্বদৃশ্য ও নকশা-বকশা।

বহাদি থেকে অন্য যন্ত্রে যান্ত্রিক শক্তি সরবরাহের জন্য পুলি ব্যবহৃত হয়। একটি পুলি দ্বারা অপর পুলিকে চালানোর জন্য বেল্ট বা দড়ি ব্যবহৃত হয়। পুলির কেন্দ্র থেকে পরিধি পর্যন্ত সাধারণত ছয়টি বাহু (arm) থাকে। পুলির ওজননের সমতাবিধান করার জন্য উহার বাহুগুলিকে পরিধির গাঠিক পরিমাপ অনুসারে নির্দিষ্ট কৌণিক দূরত্বে সেট করা হয়। ৫.১৪ চিত্রে একটি পুলির পার্শ্বদেখ ও সম্মুখ নকশা দেখানো হয়েছে।

### পুলি ও ফ্লেঞ্জ (Pulley and flange)

পুলির পরিধির উপবিভাগে থাকে বেল্ট। পরিধির উপবিভাগ সমতল হলে সেখানে সমতল বেল্ট ব্যবহৃত হয় এবং উহাকে ক্রাউন বলে। সাধারণ ধাঁজ-



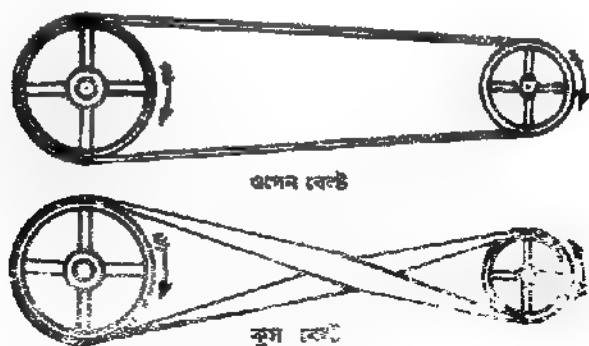
চিত্র ৫.১৫ : পুলি ও ফ্লেঞ্জের কর্তিত নকশা।

বিশিষ্ট পরিধিকে ফ্লোজ, V-আকৃতির ধাঁজবিশিষ্ট পরিধিকে V-বেল্ট এবং দড়ির গর্তবিশিষ্ট পরিধিকে রোপ-গ্রোভ (rope-groove) পুলি বলা হয়। ৫.১৫ চিত্রে পুলি ও ফ্লেঞ্জের কর্তিত নকশা দেখানো হয়েছে।

### বেল্ট ও পুলি (Belt and Pulley)

সাধারণত একটি পুলি থেকে অপর পুলিতে যান্ত্রিক শক্তি সরবরাহের জন্য উভয় পুলির সঙ্গে বেল্টকে সোজাভাবে সংযোজন করা হয়। কিন্তু অপেক্ষাকৃত

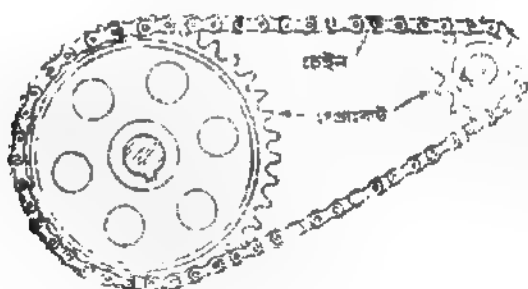
শক্ত কাজের ক্ষেত্রে বেল্ট পিছলানো রোধ করার জন্য বেল্টকে আড়াআড়িভাবে প্যাচ দিয়ে উভয় গিয়ারের সঙ্গে সংযোগ স্থাপন করা হয়। ৫.১৬ চিত্রে বেল্ট ও পুলির সাহায্যে বেল্টের সোজা ও আড়াআড়িভাবে যান্ত্রিক শক্তি সরবরাহ প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৫.১৬ : বেল্ট ও পুলির সাহায্যে যান্ত্রিক শক্তি সরবরাহ (বেল্টের সোজা ও আড়াআড়িভাবে)।

### গিয়ার ও চেইন (Gear and Chain)

যখন উভয় শাফটের গিয়ারখয় কিছুটা দূরে অবস্থান করে, সেহাফ হাফ গিয়ার থেকে অপর একটি গিয়ারে যান্ত্রিক শক্তি সরবরাহের জন্য গিয়ারের সঙ্গে চেইন সংযোগ করা হয়। ৫.১৭ চিত্রে গিয়ার ও চেইনের সাহায্যে যান্ত্রিক

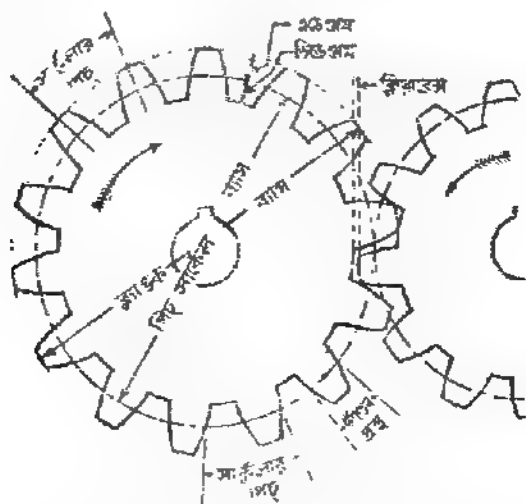


চিত্র ৫.১৭ : গিয়ার ও চেইনের সাহায্যে যান্ত্রিক শক্তি সরবরাহ

সরাসরাহ প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে। সাধারণত মোটরবানের টাইমিং গিয়ার ও চেইন হিসেবে এই ধরনের গিয়ার ও চেইন ব্যবহৃত হয়।

### গিয়ারের নোমেনক্লেচার (Nomenclature of Gears)

বিভিন্ন প্রকার গিয়ার প্রস্তুত করতে নির্দিষ্ট যে তথ্যাবলী অনুসরণ করা হয়, উহাকেই গিয়ারের নোমেনক্লেচার বলে। লেদ যন্ত্রে (Lathe Machine) স্পার গিয়ারের দাঁত বা খাঁজ প্রস্তুত করা সহজতর। গিয়ারের দাঁত প্রস্তুত করার জন্য



চিত্র ৫.১৮: একটি স্পার গিয়ার অঙ্কন ও প্রস্তুত প্রণালীর নোমেনক্লেচার।

লেদ যন্ত্রের বিশেষ ধরনের কোণিক কর্তক (Angle Cutter) ব্যবহার করা হয় এবং প্রাথমিকভাবে গিয়ার প্রস্তুতের জন্য নরম পদার্থ, যেমন প্লাস্টিক, অ্যালুমিনিয়াম প্রভৃতি ধাতু ব্যবহার করা হয়। ৫.১৮ চিত্রে একটি স্পার গিয়ারের নোমেনক্লেচার দেখানো হয়েছে। উহাতে নয়াটি লীত রয়েছে। গিয়ারের নকশা অঙ্কন অথবা প্রস্তুত করার লক্ষ্যে নিম্নবর্ণিত কারিগরি তথ্যসমূহ অনুসরণ করা হয়, যেমন :

(ক) পিচ এর ব্যাস (Pitch Diameter বা P.D) : গিয়ারের পিচ চক্রের ব্যাসকেই পিচ-এর ব্যাস বলে।

(খ) চক্রাকার পিচ (Circular pitch বা C. P) : গিয়ারের একটি দাঁতের কেন্দ্র থেকে উহার দিক পরবর্তী আর একটি দাঁতের কেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্বকে চক্রাকার পিচ বলে।

(গ) ব্যাসীয় পিচ (Diametral pitch বা D. P) : ইহা দ্বারা গিয়ারের পিচ-এর সংখ্যা বুঝানো হয়।

(ঘ) বহির্দেশীয় ব্যাস (Outside diameter বা O. D) : গিয়ারের দাঁত প্রস্থতের পূর্বে বাতুখণ্ডের বহির্দেশের ব্যাসকে বহির্দেশীয় ব্যাস বলে।

(ঙ) অ্যাডেন্ডাম (Addendum) : পিচ চক্রের উপরিভাগে দাঁতের অংশকে অ্যাডেন্ডাম বলে।

(চ) ডিডেন্ডাম (Dedendum) : পিচ চক্রের নিম্নভাগে দাঁতের অংশকে ডিডেন্ডাম বলে।

(ছ) দাঁতের গভীরতা (Depth of teeth) : দাঁতের শীর্ষ থেকে উহার পাদদেশ পর্যন্ত লম্বভাবে যে পরিমাপ পাওয়া যায়, উহাকেই গিয়ারের দাঁতের গভীরতা বলে।

(জ) গিয়ারের ফাঁক (Clearance) : দুটি গিয়ার যখন পরস্পরের সাথে মিলিত হয়, তখন একটি দাঁতের চূড়া এবং অপরটির তলদেশ পর্যন্ত মধ্যবর্তী ফাঁক। জায়গাকে গিয়ারের ফাঁক বলা হয়।

(ঝ) কার্যকরী গভীরতা (Working depth) : একটি গিয়ারের দাঁত, যখন একটি গিয়ারের গা স্পর্শ করে যে পর্যন্ত গভীরে মিলিত হয়ে ঘুরতে থাকে সেই গভীরতাকে কার্যকরী গভীরতা বলে।

(ঞ) রুটের ব্যাস (Root diameter) : গিয়ারের দুই দিকের দাঁতের গভীরতা বহির্দেশের ব্যাস থেকে বাদ দিলে যে পরিমাপ পাওয়া যায়, উহাকেই রুটের ব্যাস বলে।

সূত্রাবলী

$$(জ) \text{ ডি. পি (D. P)} = \frac{\text{দাঁতের সংখ্যা} + 2}{\text{ও. ডি (O.D)}}$$

$$(ঝা) \text{ সি. পি (C. P)} = \frac{\pi}{\text{ডি. পি (D.P)}}$$

$$(ই) \text{ দাঁতের সংখ্যা} = \text{পি. ডি.} \times \text{ডি. পি.}$$

$$(ক) ও. ডি. (O, D) = \frac{\text{দাঁতের সংখ্যা} + 2}{\text{ডি. পি. (D.P.)}}$$

$$(উ) \text{ পি. ডি. (P.D)} = \frac{\text{দাঁতের সংখ্যা}}{\text{ডি. পি. (D.P.)}}$$

$$(উ) \text{ অ্যাডেন্ডাম} = \frac{2}{\text{ডি. পি. (D.P.)}}$$

$$(ঋ) \text{ ডিডেন্ডাম} = \frac{2.159}{\text{ডি. পি. (D.P.)}}$$

$$(এ) \text{ কার্যকরী গভীরতা} = \frac{2}{\text{ডি. পি. (D.P.)}}$$

$$(ঐ) (\text{দাঁতঘরের}) \text{ ফাঁক} = \frac{0.159}{\text{ডি. পি. (D.P.)}}$$

### অঙ্কনের পরিমাপ

গিয়ারের ব্যাস, O D অথবা D  $\approx 3.25''$  (৩.২৫ সে: মি:)

বাসীয়া পিচ, D P  $\approx 1.62''$  (১.৬২ সে: মি:)

পিচ (Pitch), P  $\approx 1.08''$  (১.০৮ সে: মি:)

অ্যাডেন্ডাম, E  $\approx 0.35''$  (০.৮৩ সে: মি:)

ডিডেন্ডাম, F  $\approx 0.38''$  (০.৯৮ সে: মি:)

পিচ-এর ব্যাস, P.D  $\approx 1.62''$  (১.৬২ সে: মি:)

ফাঁকা জায়গা (Space), D'  $\approx 0.585''$  (১.৩৭ সে: মি:)

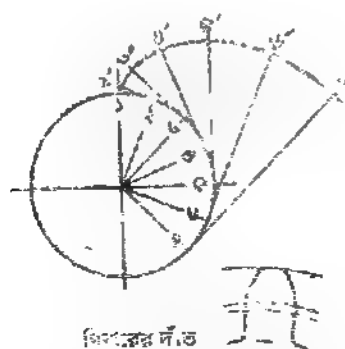
দাঁতের পুরুত্ব, C  $\approx 0.825''$  (১.২৭ সে: মি:)

গিয়ারের দাঁতের সংখ্যা = ৯ (নয়) টি

এই পরিমাপগুলি অনুসরণ করে ধারাবাহিকভাবে স্পার গিয়ারটির অঙ্কনকার্য শেষ করা হয়। গিয়ার অঙ্কন করতে এরকমভাবে আনুপাতিক হারে পরিমাপ অনুসরণ করার প্রয়োজন হয়। অন্যান্য গিয়ারের নকশা অঙ্কন করতেও স্পার গিয়ারের ন্যায় আনুপাতিক পরিমাপের ব্যবহার হয়।

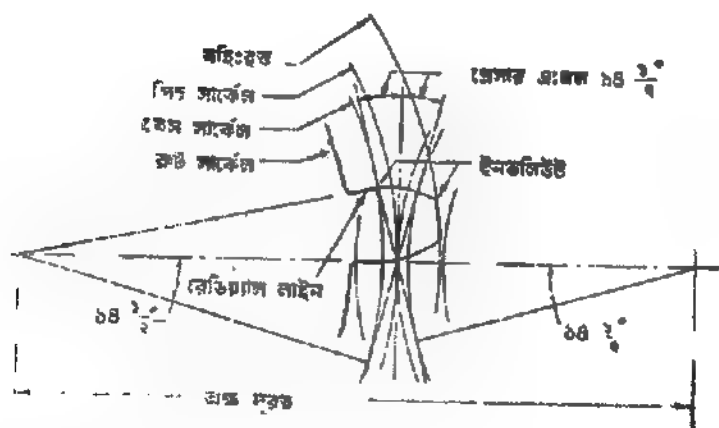
### স্পার গিয়ারের ইনভলিউট রেখা

স্পার গিয়ারের দাঁতের কৌণিক রেখা, বা ইনভলিউট রেখা নামে আখ্যায়িত, একমুখী নয়। ৫.১৯ চিত্রে স্পার গিয়ারের প্রারম্ভিক বৃত্ত ও গিয়ারের দাঁতের ইনভলিউট রেখা দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৫.১৯ : একটি বৃত্ত ও স্পার গিয়ারের ইনভলিউট রেখা।

একটি স্পার গিয়ারের নকশা অঙ্কন করতে হলে, প্রথমতঃ উহার একটি কেন্দ্র থেকে একটি বৃত্ত অঙ্কন করতে হয়। অতঃপর গিয়ারের দাঁতের সংখ্যানুসারে



চিত্র ৫.২০ : একটি স্পার গিয়ারের চণ্ডীর কোণ ও ইনভলিউট রেখা।

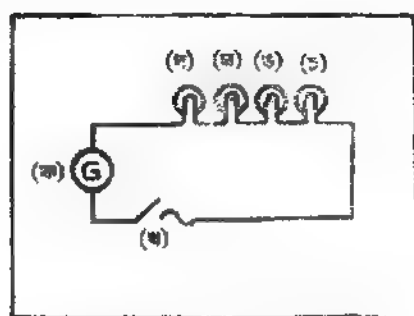


উহা পৰিধিকে নিদিষ্ট সংখ্যক ভাগে বিভক্ত করতে হয় এবং ৫.২০ চিত্রানুযায়ী বিন্দু ২-কে কেন্দ্র করে ২-১ ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি ২-২ বৃত্তচাপ, এভাবে বিন্দু ৩-কে কেন্দ্র করে পূর্বের বৃত্তচাপ-এর ছেনক বিন্দুকে ব্যাসার্ধ নিয়ে ৩-৩ বৃত্তচাপ, ৪-৪', ৫-৫', ৬-৬', ৭-৭' বৃত্তচাপ এঁকে গিয়ারের দাঁতের ইনভলিউট রেখা অঙ্কন করা হয়।

স্পার গিয়ার-এর চিত্রাঙ্কন ও গিয়ার প্রস্তুতে সাধারণত  $18\frac{1}{2}^\circ$  অথবা  $20^\circ$  ইনভলিউট প্রকৃতি ব্যবহৃত হয়। ৫.২০ চিত্রে একটি স্পার গিয়ারের চাপীয় কোণ (Pressure angle) এবং ইনভলিউট বেধ দেখানো হয়েছে। স্পার গিয়ারের অ্যাডেনডাম ও ডিডেনডামের কোণ-এর পরিমাণ সাধারণত  $18\frac{1}{2}^\circ$  থাকে এবং একেই চাপীয় কোণ বলে। ঘূর্ণন ও ঘূর্ণায়মান (drive and driven gear) গিয়ারদ্বয়ের দাঁতের চাপ এই চাপীয় কোণে আরোপিত হয়ে একটির দাঁতের অপরটি ঘূর্ণায়মান হয়।

### বৈদ্যুতিক বর্তনী (Electric circuit)

ইহা এমন একপকার বর্তনী, যার পরিবাহীতে ব্যাটারী, জেনারেটর অথবা যে কোন উৎস থেকে বৈদ্যুতিক শক্তি প্রবাহিত হয় এবং তা দ্বারা বৈদ্যুতিক বাতি,



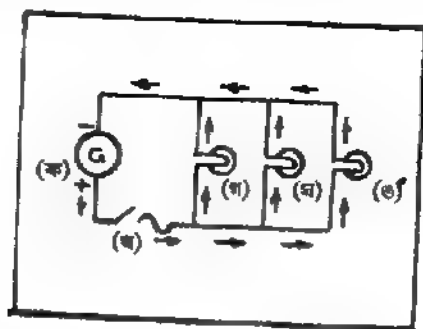
চিত্র ৫.২১ : একটি সিরিজ বর্তনী নকশা।

বৈদ্যুতিক মোটর প্রভৃতি চালিত হয়। ইহাকে সাধারণত তিনভাবে ভাগ করা হয়, যেমন :

- (ক) সিরিজ বর্তনী (Series circuit.),
- (খ) প্যারালেল বর্তনী (Parallel circuit.), এবং

(গ) সিরিজ ও প্যারালেল-এর যৌগ বর্তনী (A combination of series and parallel circuits)

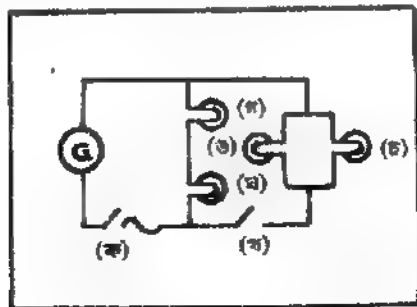
(ক) সিরিজ বর্তনী : ৫.২১ চিত্রে একটি সিরিজ বর্তনী নকশা দেখানো হয়েছে। বর্তনীতে একটি পরিবাহীর সঙ্গে একটি সুইচ (খ) চারটি বৈদ্যুতিক বাতি (গ), (ঘ), (ঙ) ও (চ) এবং শেষে একটি বৈদ্যুতিক জেনারেটর (ক) সংযুক্ত করা হয়েছে। এই বর্তনীর কার্যকাৰিতা হলো জেনারেটরটি চালিত হয়ে বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ করতে থাকলে 'সুইচ অন' করলে বৈদ্যুতিক বাতিসমূহ জ্বলতে থাকবে। যে কোন বৈদ্যুতিক বর্তনী নকশা অঙ্কন করতে বৈদ্যুতিক প্রবাহ, প্রয়োগ ও প্রতীকসমূহ (symbols) সম্পর্কে ধারণা থাকা বাঞ্ছনীয়। সিরিজ বর্তনীতে কারেন্ট একটি সোধক (ব্যবহারকারী যন্ত্র বা বাতি) থেকে অপর সোধক পর্যন্ত একই বাতি কেটে গেলে পরবর্তী বাতিগুলি জ্বলবে না; কারণ বর্তনী খোলা (open) থাকে। সেই বাতিটি বদলে দিলেই বর্তনী সম্পূর্ণ হবে এবং উহার সঙ্গে সংযুক্ত সবগুলি বাতিই জ্বলবে। সিরিজ বর্তনী তাই, এই বিবেচনায়, অসুবিধাজনক।



চিত্র ৫.২২ : একটি প্যারালেল বর্তনী নকশা।

(খ) প্যারালেল বর্তনী : এই বর্তনীতে বিদ্যুৎ-শক্তি বা কারেন্ট একের অধিক পথের মাধ্যমে প্রবাহিত হয়। ৫.২২ চিত্রে একটি প্যারালেল বর্তনী নকশা দেখানো হয়েছে, যা তিনটি পৃথক শাখা-পথে (গ), (ঘ) এবং (ঙ) তিনটি বৈদ্যুতিক বাতি রয়েছে। এই বর্তনীর প্রতিটি বাতিই অপরটি থেকে স্বতন্ত্র। যদি উহার যে কোন একটি কেটে যায়, তাহলেও অপরগুলি জ্বলতে বা কাজ করতে থাকবে। প্যারালেল বর্তনীতে তাই সুবিধা বেশি।

(গ) সিরিজ ও প্যারালাল-এর যৌথ বর্তনী : এই ধরনের বর্তনীতে বিভিন্ন রকম ব্যবস্থাপনা থাকে। উদাহরণস্বরূপ ৫.২৩ চিত্রে সিরিজ ও প্যারালাল-এর যৌথ-বর্তনীর একটি ব্যবস্থাপনা দেখানো হয়েছে। এর সিরিজ বর্তনীতে (গ) ও (ঘ) ল্যাম্প এবং প্যারালাল বর্তনীতে (ঙ) ও (চ) বাতি সংযুক্ত আছে। উক্ত বর্তনীর সুইচ



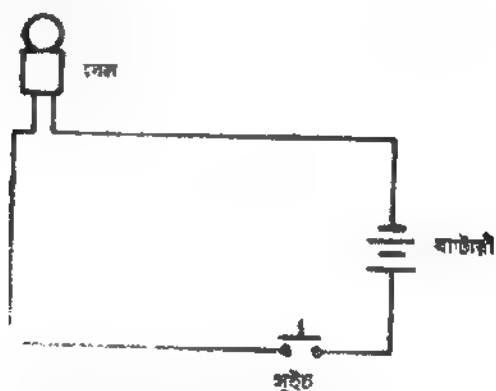
চিত্র ৫.২৩ : সিরিজ ও প্যারালাল-এর যৌথ বর্তনী নকশা।

(ক) এবং (খ) যখন অন বা চালু করা হয়, তখন উভয় বর্তনীর সবগুলি বাতিই জ্বলবে। কিন্তু যখন শুধু সুইচ (ক) অন (on) করা হবে, তখন কেবল সিরিজ বর্তনীর বাতিগুলিই জ্বলবে; এ সময় প্যারালাল বর্তনীর সুইচ (খ) খোলা (off) থাকলে সিরিজ বর্তনীতে কোন প্রতিক্রিয়া হবে না।

অপরদিকে সিরিজ বর্তনীর সুইচ 'ক' খোলা বা অফ রেখে প্যারালাল বর্তনীর সুইচ চালু বা অন করলে উক্ত বর্তনীর ঙ ও চ বাতিদ্বয়ের একটিও জ্বলবে না। কারণ, সিরিজ বর্তনী অন থাকলেই শুধু বর্তনী সম্পূর্ণ থাকে।

### বৈদ্যুতিক বেল এর বর্তনী (Electric Bell Circuit.)

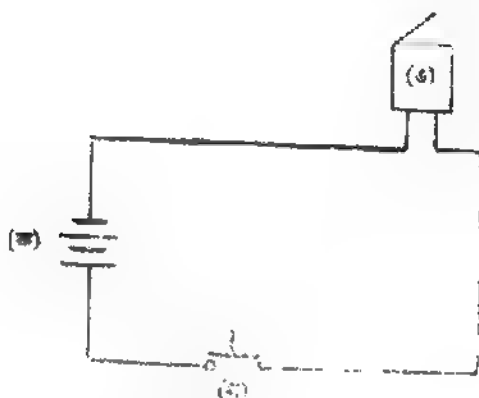
এই বর্তনী বলতে একটা সিরিজ বর্তনী বুঝায়, যা ৫.২৪ চিত্রে দেখানো হয়েছে। বৈদ্যুতিক বেল-এর বর্তনীতে একটি ব্যাটারী 'ক', একটি পুশবটন সুইচ 'খ' এবং একটি বৈদ্যুতিক বেল 'গ' এর সংযোগ রয়েছে। যখন সুইচ 'খ' এর উপর চাপ প্রয়োগ করা হয়, তখন বেল-এর যন্ত্রাংশ সক্রিয় হয় এবং বেলটিতে ক্রিং ক্রিং আওয়াজ হতে থাকে। কোন কোন বৈদ্যুতিক বেল-এর বর্তনীতে যোদ্ধক হিসেবে ২৫, ৪০ অথবা ৬০ ওয়াট বাল্ব ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ৫.২৪ : বৈদ্যুতিক বেল-এর বর্তনী নকশা।

### বৈদ্যুতিক বায়ার-এর বর্তনী (Electric Buzzer circuit.)

এই বর্তনীও গিরিত বর্তনীর অন্তর্ভুক্ত। ৫.২৫ চিত্র অনুযায়ী বৈদ্যুতিক বায়ার এবং বর্তনীতে একটি ব্যাগিট্রী (ক), পুষ্টাটিন সুইচ (ঘ) এবং ব্যাটারী (ঙ) সংযোজিত আছে। সুইচ (ঘ) যখন বন্ধ থাকবে বৈদ্যুতিক বর্তনী এবং বায়ার সক্রিয় হবে।

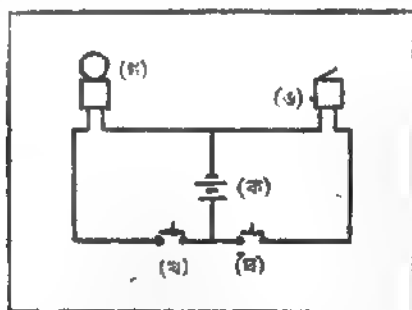


চিত্র ৫.২৫ : বৈদ্যুতিক বায়ার-এর বর্তনী নকশা।

### বৈদ্যুতিক বেল ও বায়ার-এর যৌথ নকশা

বৈদ্যুতিক বেল ও বায়ারকে একত্রে ব্যবহার করে যৌথ বর্তনীতে ব্যবহার করা চলে। ইতিপূর্বে ইহাদের একক বর্তনী নকশা দেখানো হয়েছে এবং ৫.২৬ চিত্রে

উদাহরণ যৌথ বর্তনী নকশা দেখানো হলো। এই সিরিজ বর্তনীতে একটি বৈদ্যুতিক শক্তির উৎস বা ব্যাটারী (ক), দুটি পুশবাটন সুইচ (খ) ও (ঘ), বাবার (ঙ) এবং বেল (গ) সংযুক্ত আছে। উক্ত বর্তনী, বৈদ্যুতিক বেল ও বাবার স্বতন্ত্রভাবে



চিত্র ৫.২৬ : বৈদ্যুতিক বেল ও বাবার-এক যৌথ বর্তনী।

কাজ করতে পারে। অর্থাৎ, বেল এর সুইচ অন করলে শুধু বেলটি এবং বাবারের সুইচ অন করলে শুধু বাবারটি সক্রিয় হয়। আবার, দুটো সুইচ এক সঙ্গে চাপলে যন্ত্রদ্বয় একত্রেও সক্রিয় হতে পারে, তবে ত সাধারণত করা হয় না।

### ভোল্টমিটার-এর সংযোগ (Ammeter connection) নকশা

অ্যামিটারকে সনাক্তকরণ সিরিজে সংযোগ করে বৈদ্যুতিক শক্তি প্রবাহের মাত্রা বা কারেন্ট-এর মাত্রা পরিমাপ করা হয়। ৫.২৭ চিত্রে একটি সিরিজ বর্তনীতে

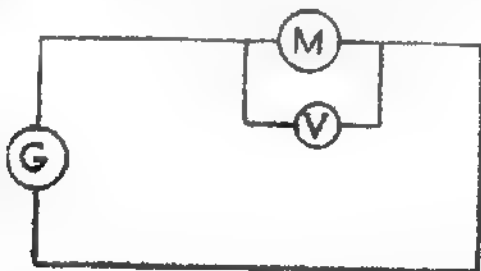


চিত্র ৫.২৭ : সিরিজ বর্তনীতে সিরিজে অ্যামিটার-এর সংযোগ নকশা।

সিরিজে অ্যামিটার (A)-এর সংযোগ নকশা দেখানো হয়েছে, যাতে একটি জেনারেটর (G) এবং মোটর (M) সংযুক্ত অবস্থায় আছে।

### ভোল্টমিটার এর সংযোগ ( Voltmeter connection ) নকশা

ভোল্টমিটারকে সর্বদা বৈদ্যুতিক বর্তনীর সঙ্গে প্যারালালে সংযোগ করে বৈদ্যুতিক শক্তির ভোল্টেজ বা চাপের মাত্রা পরিমাপ করা হয়। ৫.২৮ চিত্রে

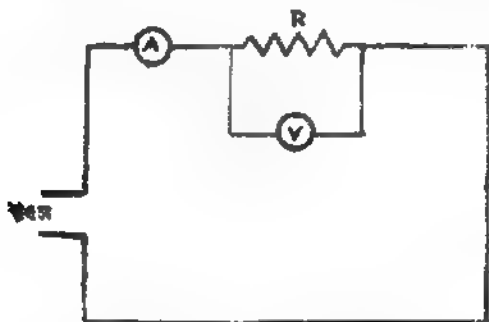


চিত্র ৫.২৮ : সিরিজ বর্তনীতে প্যারালালে ভোল্টমিটারের সংযোগ নকশা।

সিরিজ বর্তনীতে প্যারালালে ভোল্টমিটারের সংযোগ নকশা দেখানো হয়েছে যেতে জেনারেটর (G) ও মোটর (M) সিরিজ এবং ভোল্টমিটার (V) প্যারালালে সংযুক্ত আছে।

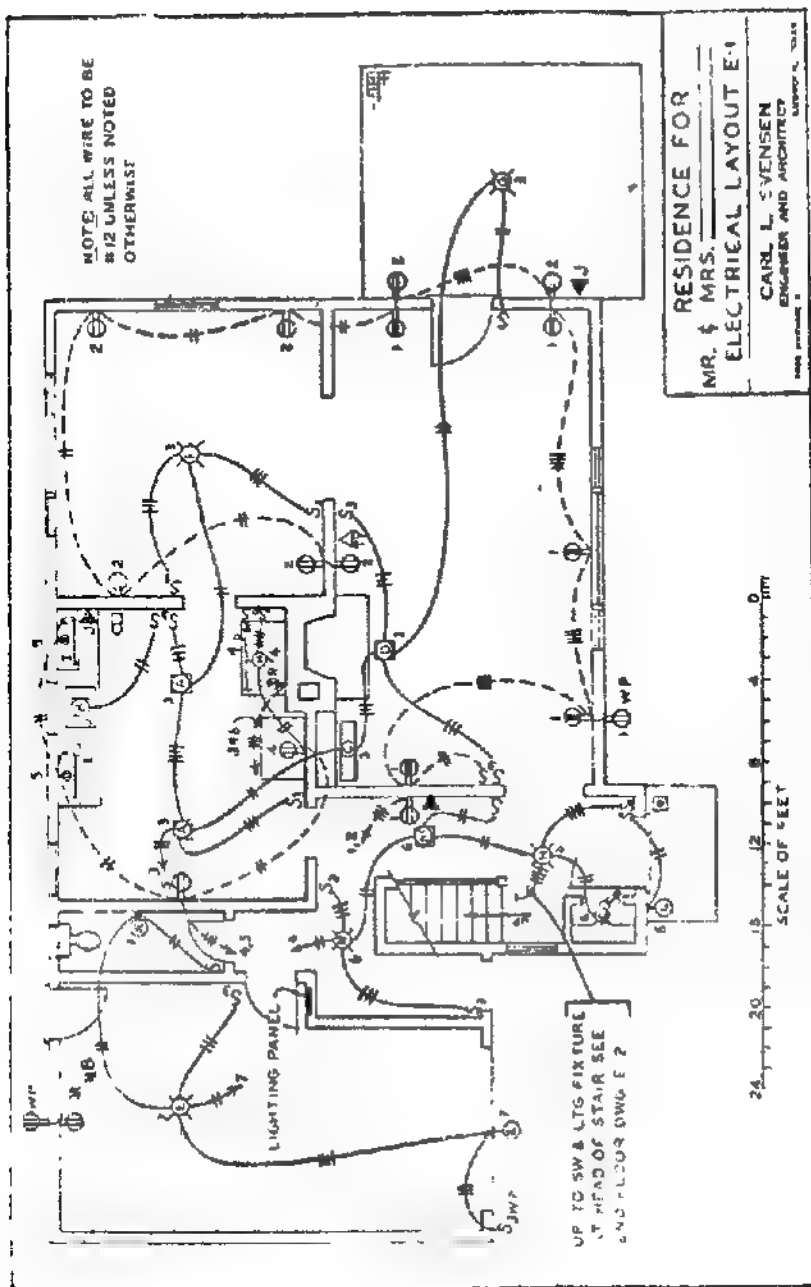
### অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারের যৌথ সংযোগ (Combination of Ammeter and Voltmeter connection)

একটি সিরিজ বর্তনীর সঙ্গে অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারকে যৌথভাবে সংযোগ করে বর্তনীতে প্রবাহমান বিদ্যুৎ-শক্তির পরিমাপ ও চাপের মাত্রা পরিমাপ করা



চিত্র ৫.২৯ : একটি সিরিজ বর্তনীর সঙ্গে যৌথভাবে অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারের সংযোগ।

যদি ৫.২৯ চিত্রে একটি সিরিজ বর্তনীর সঙ্গে একটি অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারের সংযোগ নকশা দেখানো হয়েছে। এতে সিরিজে অ্যামিটার (A) এবং



চিত্র ৫.৩০ : বাসিন্দার বৈদ্যুতিক নে-যাউট বস্তু।

বোধক (R বা resistance) এর পারালালে ভোল্টমিটার (V) সংযুক্ত করা হয়েছে। উহাতে অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার দ্বারা মূলতঃ বোধক (R) এর সাধ্যমে প্রবাহমান বিদ্যুৎ-শক্তির পরিমাপ ও তাপের দ্বারা পরিমাপ করা হয়েছে।

## দালানের বৈদ্যুতিক লে-আউট (Electrical layouts for buildings)

দালানের নির্মাণকার্যাদি শেষ হবার পরপরই উহার বৈদ্যুতিক লে-আউট নকশা দেখে বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং কার্যাবলী সম্পাদন করা হয়। প্রথমতঃ বৈদ্যুতিক লে-আউট নকশা দেখে দালানের দেয়াল, ছাদ ও মেঝেতে বৈদ্যুতিক সুইচ, বাক্স, যেন, জুইচ বোর্ড, তার, বাতির ধারক, পাখার ছক, পুংগ পয়েন্ট বোর্ড প্রভৃতির সংযুক্তি স্থান বস্তিন চক বা পেন্সিল দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। অতঃপর সেখানে প্রয়োজনীয় খোদাই ও ছিদ্রকরণ কার্যাদি শেষ করে সংযোজন কার্যাদি শুরু : সম্পাদন করা হয়। দালানের লে-আউট নকশায় উহার বৈদ্যুতিক লে-আউট নকশা অঙ্কন করা হয়, যা ৫.৬০ চিত্রে দেখানো হয়েছে।

বৈদ্যুতিক লে-আউট নকশায় সংযোজিত অংশাবলীর প্রয়োজনীয় স্পেসিফিকেশন (specification) এবং নামসমূহের প্রতীক (symbols) উল্লেখ করা বাস্তবিক ৫.৬১ চিত্রে উল্লেখিত প্রতীকসমূহের পূর্ণ নামের তালিকা ৫.৬২ চিত্রে বর্ণনা করা হয়েছে। স্পেসিফিকেশন মূলতঃ ব্যবহৃত বস্তুাদির প্রকৃতি ও প্রকারভেদ সম্বন্ধে ধারণা দেয়। পরবর্তী অধ্যায়সমূহে যন্ত্রাংশের স্পেসিফিকেশন ও প্রতীকসমূহ সম্পর্কে চিত্রসহ বর্ণনা করা হয়েছে।














## কার্যকরী নকশা (Working drawing)

এই ধরনের নকশাকে অন্যভাবে উৎপাদন-নকশাও (Production drawing) বলা হয়। কারণ, কার্যকরী বা উৎপাদন নকশাসমূহ অনুসরণ করে প্রকৌশলী কারিগর, চালক, প্রস্তুতকারক প্রমুখ বিভিন্ন কারিগরি কর্মকাণ্ডে বিভিন্ন চক্রের যান্ত্রিক, বৈদ্যুতিক, ইলেকট্রনিক, স্থাপত্য প্রভৃতি যন্ত্রপাতি বা অংশাবলী প্রস্তুত ও মেরামত করে থাকেন।

কার্যকরী নকশাকে সাধারণত দুই ভাগে শ্রেণীভেদ করা হয়, যেমন :

- (ক) সংযোজিত (Assembling) নকশা এবং
- (খ) বিয়োজিত (Disassembling) নকশা।



S	একক পেন্স সূইচ		নেওজান সংযুক্ত ইঞ্চি জালো
Sb	এ সূইচ ও পাইন্ট লাইট		জালো সংযুক্ত উজ্জ্বল জালো
S <sub>3</sub>	চিহ্নবী সূইচ		সুপারায়ান ইঞ্চি জালো
S <sub>0</sub>	দলক্য চাপিত সূইচ		সুপারায়ান উজ্জ্বল জালো
	ফুরকা আউটলেট (দুইটি বর্তনী)	—	ক্লাস ও সেক্সনের মধ্যে কনডুইট
	জুয়েকস আউটলেট	---	ফেজ ও সেক্সনের মীড কনডুইট
R $\odot$	বৈদ্যুতিক স্নেজ আউটলেট		গাইডিং স্যানেলের দিকে দিক নির্দেশ
WP	আবহাওয়া স্নোডক	} আভ্যন্তরীণ লাইন তারের সংযোগ বৈদ্যুতিক নথির নির্দেশনা	
	ডেন্ট হুড স্থান খোঁটার	A	লাইটিং সংযোগের প্রকৃতি নির্দেশ
TVA	টি ভি এসসি: আউটলেট		পুল বাইন
	গাইডিং প্যানেল		দলক্য সংক্ৰি বেন
	টেলিফোন আউটলেট		শিলিং ও উজ্জ্বল জালো সংযোগ
J $\blacktriangle$	টোকা ফল জালক		

চিত্র ৫.৩১ : ৫.৩০ চিত্রে উল্লিখিত প্রতীকসমূহের পূর্ণ নামের তালিকা

যন্ত্রাদির বিভিন্ন যন্ত্রাংশ সংযোজিত অবস্থায় যে নকশা অঙ্কন করা হয়, তাকে সংযোজিত নকশা এবং যন্ত্রাদির বিভিন্ন যন্ত্রাংশ বিয়োজন করে ভিন্ন ভিন্নভাবে সন্নিবিষ্ট যন্ত্রাংশের নকশাকে বিয়োজিত নকশা বলে। এই ধরনের নকশাধ্য প্রস্তুতকারককে যন্ত্রাদি ও যন্ত্রাংশের গঠন সম্পর্কে পূর্ণ ধারণা প্রদান করে। ৫.৩২ চিত্রে একটি টুল পোস্ট (Tool Post)-এর সংযোজিত ও বিয়োজিত অবস্থায় কার্যকরী নকশা দেখানো হয়েছে।



## কার্যকরী নকশার উপাদানসমূহ (Elements of working drawing)

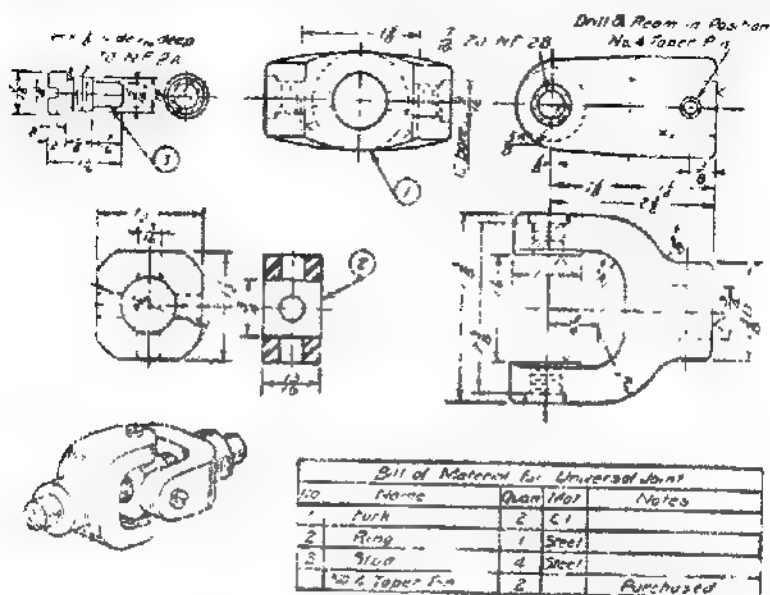
কার্যকরী নকশায় নিম্নবর্ণিত ছয়টি উপাদান থাকে, যেমন :

- (অ) যন্ত্রাদির সংযোজিত অবস্থা,
- (আ) যন্ত্রাংশের বিয়োজিত অবস্থা,
- (ই) যন্ত্রাংশের নির্দিষ্ট পরিমাপ,
- (ঈ) যন্ত্রাংশ গঠনের স্পেসিফিকেশন ও প্রতীক,
- (উ) ভেতরের অংশাবলী দেখাতে কৃত্রিম 'অবস্থা'
- (ঊ) যন্ত্রাংশের তালিকা ও বিল (Bill of materials),

তবে, সকল কার্যকরী নকশায় উপরিউক্ত সমুদয় উপাদান কেন্দ্রবিশেষে নাও থাকতে পারে।

## বিভিন্ন যন্ত্রাংশের কার্যকরী নকশা

(ক) ইউনিভার্সাল সংযোগ-এক (Universal joint) কার্যকরী নকশা : যান্ত্রিক যন্ত্রাদির গতিক শক্তি স্থানান্তর বা সরবরাহ করার কাজে শাফটের অগ্রভাগে



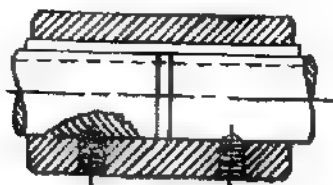
চিত্র ও টেবিল : একটি আধুনিক ইউনিভার্সাল সংযোগের (সংযোজিত ও বিয়োজিত অবস্থায়) কার্যকরী নকশা।

ইউনিভার্সাল সংযোগ ব্যবহৃত হয়। যান্ত্রিক শক্তি সরবরাহ যন্ত্রাদির কোন কোন শাফটের এক প্রান্তে আবার কোনটিতে উভয় প্রান্তেই অর্থাৎ দুটি ইউনিভার্সাল সংযোগ ব্যবহৃত হয়।

মোটরযানের ইঞ্জিন থেকে পিছন বা সামনের চাকাগুদুহে যান্ত্রিক শক্তি সরবরাহ কার্যের সুবিধার্থে প্রোপেলার শাফটে তদ্রূপ এক অথবা দুটি ইউনিভার্সাল সংযোগ ব্যবহৃত হয়। ইহা ব্যবহারে যুগ্মায়মান শাফটে উৎপন্ন মোটরযান টর্ক, বাঁকানো টর্ক, বাঁকানোমিত আঘাত প্রভৃতি এই ইউনিভার্সাল সংযোগ দ্বারা স্তিমিত করে এবং শাফটকে বেঁকে বা ভেঙে যাবার হাত থেকে রক্ষা করে।

ইউনিভার্সাল সংযোগের আকৃতি বিভিন্ন বকন হতে পারে। এ ৩৩ চিত্রে একটি আধুনিক ইউনিভার্সাল সংযোগের সংযোজিত ও বিশেষজ্ঞিত অবস্থায় চিত্রিত থাকার বিবরণ কার্যকরী নকশা দেখানো হয়েছে। উক্ত নকশা দেখে কোন লব্ধ কারিগর অথবা মেকানিক উক্ত যন্ত্রাংশ প্রস্তুত, মেরামত, পরিবর্তন ইত্যাদি বস্তুত্ব প্রভৃতি কার্য সম্পাদন করতে পারেন।

(খ) কট্টার ও স্লিভ (Cotter and Sleeve) সংযোগ এর কার্যকরী নকশা : ৩৪  
যখনই সংযোগ, কট্টারকে ইলিপ্স প্রকৃতির ছিদ্রের মত শাফটের মধ্যে

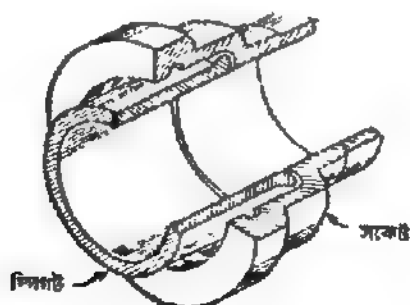


চিত্র ৩.৩৪ : কট্টার স্লিভ সংযোগের কার্যকরী নকশা।

সংযুক্ত করার সুবিধার্থে একটি স্লিভ ধারণ করে। কট্টার ছিদ্রের তল-খানার দূর্বলতার পতিক্রিয়া কাটাচোর উদ্দেশ্যে শাফটের প্রান্তকে কোয়েবিশেষ : ৩৩ ওয় বাড়ানো হয়। কট্টারের দুই প্রান্তে চাপ প্রয়োগ করে ভিতরের স্লিভ প্রসার করাণো হয়, যাতে সংযোগ শক্তভাবে এঁটে থাকে। ৩ ৩৪ চিত্রে কট্টার ও স্লিভ সংযোগের কার্যকরী নকশা দেখানো হয়েছে।

উক্ত নকশায় সংযোগটির পার্শ্ব-ও সম্মুখ-নকশা কঠন করে দেখানো হয়েছে কিন্তু উহাতে যন্ত্রটির যন্ত্রাংশের বিল দেখানো হয় নি।

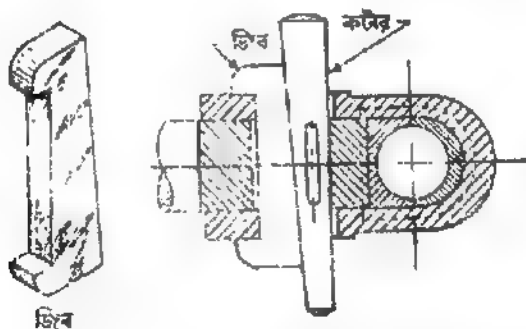
(গ) সকেট ও স্পাইগট (Socket and Spigot) সংযোগ-এর কার্যকরী নকশা : এই সংযোগে একটি রডের এক প্রান্তকে সকেট আকৃতিতে ক্লিপান করা হয় এবং অপর প্রান্তকে নির্দিষ্ট দৃঢ় বজায় রেখে কোজিং এর মাধ্যমে কলারের সঙ্গে



চিত্র ৫.৩৫ : সকেট ও স্পাইগট সংযোগের কার্যকরী নকশা ।

এঁটে দেয়া হয়। ৫.৩৫ চিত্রে সকেট ও স্পাইগট সংযোগের কার্যকরী নকশা দেখানো হয়েছে। ইহার উপরের নকশা অংশে আইসোমেট্রিক কবিত, সম্মুখ অর্ধ-কবিত ও ডান পার্শ্বের আংশিক কবিত নকশা দেখানো হয়েছে।

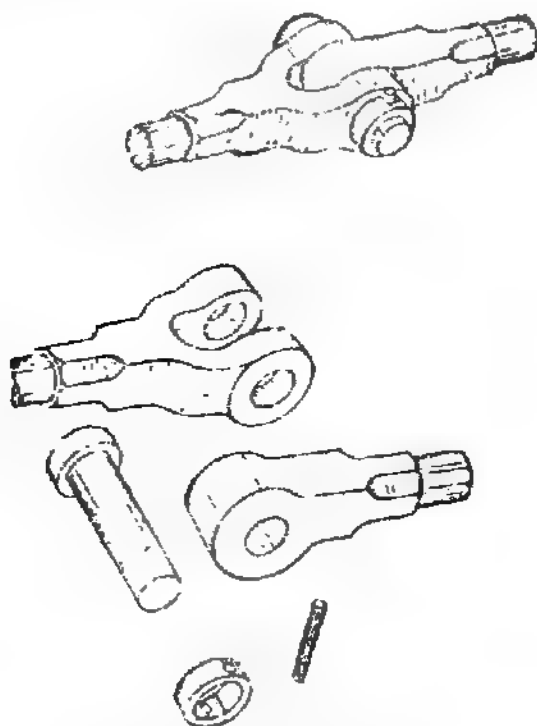
(ঘ) গিব ও কটর (Gib and Cotter) সংযোগ-এর কার্যকরী নকশা : এই সংযোগের একটি প্রান্তকে কর্ক এবং অপরটিকে বর্গাকৃতিতে পঙ্ক্ত করা হয়। সুতরাং গিব, কটর ও হাউজিং এই বস্তাদ্বয়ের দ্বারা গিব ও কটার সংযোগটি



চিত্র ৫.৩৬ : গিব ও কটার সংযোগের কার্যকরী নকশা

প্রস্তুত হয়। ৫.৩৬ চিত্রে গিৰ ও কটার সংযোগের কার্বিকরী নকশা দেখানো হয়েছে।

(৩) নাকল সংযোগ (Knuckle joint)-এর কার্বিকরী নকশা : এই বস্তুদ্বারা সংযোগ একটি 'কর্ক' ও একটি 'আইপীস' ইউনিট এমনভাবে ধারণ করে, যার সাধারণ ছিঁচের মধ্য দিয়ে পিন প্রবেশ করতে পারে। নাকল সংযোগ গোলাকৃতির



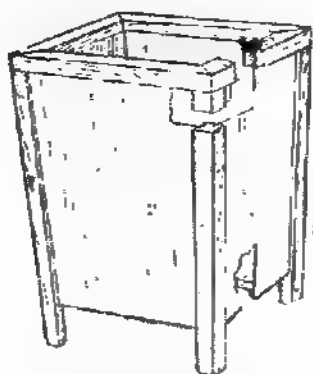
চিত্র ৫.৩৭ : নাকল সংযোগের কার্বিকরী নকশা।

রডসমূহকে সংযোগ করতে বা জোড়া লাগাতে ব্যবহৃত হয়, যার অক্ষরংশসমূহ (axe) একটি পর্যায়ে মিলিত হতে পারে। এই অবস্থা রডসমূহকে একটি অপরিমিত সঙ্কে সমস্ত বজায় রেখে স্বল্প কৌণিক দৃষ্টিতে ঘুরতে সাহায্য করে। ৫.৩৭ চিত্রে একটি নাকল সংযোগের কার্বিকরী নকশা দেখানো হয়েছে।



(ঘ) একটি মৈত্র খাট-এর কার্যকরী নকশা : একটি শোবার খাট প্রস্তুত করতে কি ধরনের পরিমাপ, কাঠের সংযোগ, কাঠের আকৃতি ও পরিমাণ প্রভৃতির প্রয়োজন হবে সেজন্য খাটের কার্যকরী নকশার প্রয়োজন হয়। সংযোজিত নকশায় উহার সংযোগগুলি ও বিশেষ খুচরাংশ দেখা না গেলে পরিকারভাবে দেখানোর জন্য উহার কতিপয় ও বিয়োজিত নকশা অঙ্কন করে দেখানো হয়। ৫.৩৯ চিত্রে একটি মৈত্র শোবার খাটের কার্যকরী নকশা দেখানো হয়েছে। এই ধরনের খাটকে 'ইংলিশ নমুনার খাট' বলা হয়। এই ধরনের শোবার খাট দেখতে সাধারণ, দামে বেশ সস্তা ও টেকসই হয়।

(জ) একটি বাজে কাগজের ঝড়ির কার্যকরী নকশা : অফিস, আদালত, হোষ্টেল, আবাসিক ভবন প্রভৃতিতে বাজে কাগজ ও অন্যান্য পরিষ্কার করা



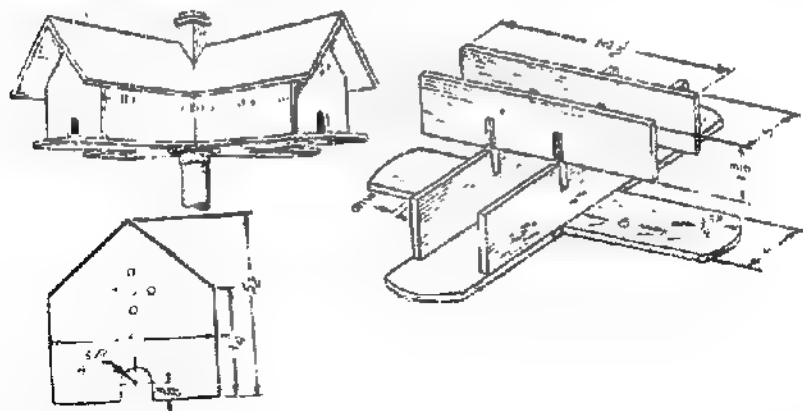
চিত্র ৫.৪০ : একটি বাজে কাগজের ঝড়ির কার্যকরী নকশা।

একত্র করে ফেলে দেয়া বা পুড়িয়ে ফেলার পূর্বে উক্ত জব্বাবি সাধারণত বাজে কাগজের ঝড়ির মধ্যে জমা রাখা হয়। ইহা দেখতে নিচের দিকে একটু চাপ এবং উপরের দিকে একটু প্রশস্ত থাকে। ৫.৪০ চিত্রে আংশিক কতিপয় চিত্রসহ একটি বাজে কাগজের ঝড়ির কার্যকরী নকশা দেখানো হয়েছে। কাজের অবস্থা বুঝে উহার আকৃতি কম-বেশি করা যেতে পারে।

(ঝ) মার্টিন হাউস (Martin House)-এর কার্যকরী নকশা : আগর। অনেককই প্রয়োজনের স্বাক্ষরে অথবা সখ করে বাড়িতে কবুতর, হাঁস-মুরগী প্রভৃতি পুসখ থাকি। যে ঘরের মধ্যে হাঁস-মুরগীকে আশ্রয় দানের জন্য আনিক কোন সারা

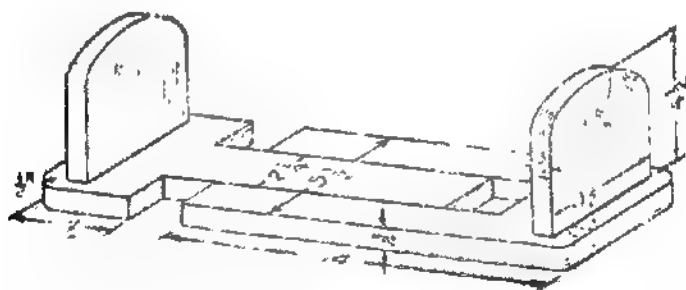


হয়, উহাকেই মার্টিন হাউস বলে। ৫.৪১ চিত্রে একটি আধুনিক মার্টিন হাউসের কার্যকরী নকশা দেখানো হয়েছে। উহাতে মার্টিন হাউসটির সংযোজিত ও বিযোজিত নকশা, পার্শ্বদেখ এবং মোটামুটি পরিমাপ প্রভৃতি উল্লেখ করা হয়েছে।



চিত্র ৫.৪১: একটি মার্টিন হাউসের কার্যকরী নকশা।

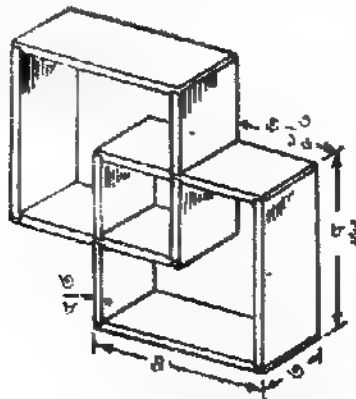
এই সরেব মুখদুটো বন্ধ করার জন্য একপার্শ্বে দুটি কব্জা দিয়ে একটি কাঠ-খণ্ড সংযুক্ত করা যেতে পারে এবং উহা বন্ধ করার জন্য অপরদিকে হুক ও ত্রালাচাবি অথবা ছিটকিনি ব্যবহার করা যায়। মার্টিন হাউসকে মাটি থেকে কিছু উপরে স্থাপনের জন্য একটি লম্বা কাঠখণ্ডকে খাড়াভাবে স্থাপন করা হয়। এই ঘরে হাঁস-মুরগী রাখতে হলে উহাকে অপেক্ষাকৃত নিচুতে এবং কবুতর রাখতে হলে তুলনামূলকভাবে উঁচুতে স্থাপন করা হয়।



চিত্র ৫.৪২: একটি মার্টিন হাউসের কার্যকরী নকশা।

(এ) একটি সঠিককরণ বইয়ের স্নাক-এর কার্যকরী নকশা : কতকগুলি বইয়ের স্নাকে বই রাখার স্থান নির্দিষ্ট থাকে, আবার কোন-কোনটি এবিক-ওনিক নড়াচড়া করিয়ে স্থান ছোট-বড় করা যায়। ৫.৪২ চিত্রে একটি সঠিককরণ স্নাকের কার্যকরী নকশা দেখানো হয়েছে, যাতে বই রাখার স্থান ছোট-বড় করা যায়। এই বইয়ের স্নাকের অন্যান্য পরিমাপ ও আকৃতি দেখানোর জন্য উক্ত নকশার নিচের দিকে উহার বিবোজিত নকশাও দেখানো হয়েছে।

(বি) একটি শ্যাডোবক্স-এর কার্যকরী নকশা : শ্যাডোবক্স অনেকসময় দুই শ্যাডোবর্ডন করে থাকে। ইহা সাধারণত দুটি কাঠনির্মিত কাঠামোকে একটি অপরাটির সঙ্গে প্রাণ্ড ও প্রাণ্ড সংযোগের মাধ্যমে প্রস্তুত করা হয়। ইহা অনেক

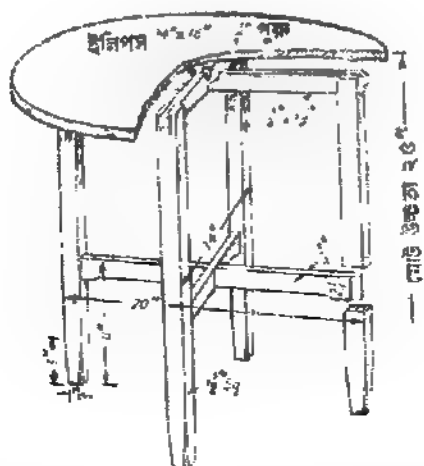


চিত্র ৫.৪৩ : একটি শ্যাডোবক্সের কার্যকরী নকশা।

ছোটখাটো বিশেষ তৈজসপত্র, সাধারণ ও ধর্মপুস্তক সমস্তে বেধে দেয়ার স্নাক ব্যবহৃত হয়। শ্যাডোবক্সকে দেওয়ালের সঙ্গে প্রাণ্ডে ঘরা খুলানো বা মাটিকানে হয়। ৫.৪৩ চিত্রে একটি শ্যাডোবক্সের কার্যকরী নকশা দেখানো হয়েছে। এই শ্যাডোবক্স নির্মাণের জন্য অনেক সময় হাফ-ল্যাপ (half lap) সংযোগ ব্যবহৃত করা হয়।

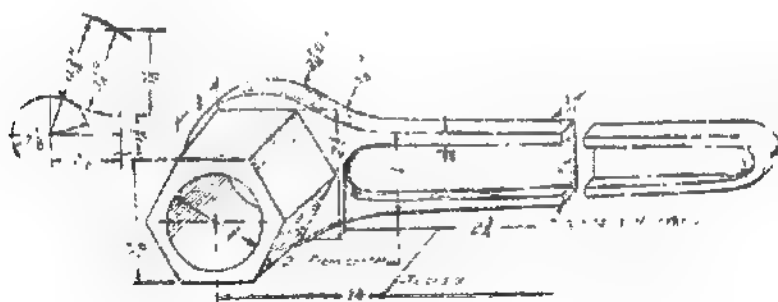
(গ) একটি চায়ের টেবিলের কার্যকরী নকশা : সম্ভ্রান্ত সমাছে চায়ের টেবিলের ব্যবহার সর্বাধিক। এই টেবিলের আকৃতি অনেক সময় সামান্ত্রিক কাঠামোর উপরে সামান্ত্রিক ছাউনি, বর্গকাঠামোর উপরে গোলাকার ছাউনি, আবার অষ্টভুজ কাঠামোর উপরে উপস্থিত আকৃতির ছাউনি আঁটা থাকে। ৫.৪৪ চিত্রে একটি

আড়াআড়ি কাঠামোর উপর উপবৃত্ত বা ইলিপ্স আকৃতির ছাউনিবিশিষ্ট চায়ের টেবিলের কার্যকরী নকশা দেখানো হয়েছে। উক্ত চিত্রে টেবিলের কাঠামোর সংযোগ, কাঠের পরিমাপ, টেবিলের ছাউনির পুরুষ প্রভৃতি কতিপয় নকশার মাধ্যমে চিহ্নিত করা হয়েছে।



চিত্র ৫৪৪ : আড়াআড়ি কাঠামোর উপর উপবৃত্ত আকৃতির ছাউনিবিশিষ্ট চায়ের টেবিলের কার্যকরী নকশা।

(ড) রাগ রেক-এর কার্যকরী নকশা : একটি প্লাগ রেঞ্চ প্রস্তুত করতে উহার প্রত্যেকটি অংশের পরিমাপ দেখানোর প্রয়োজন হয়। কারণ উক্ত রেঞ্চের হাতল



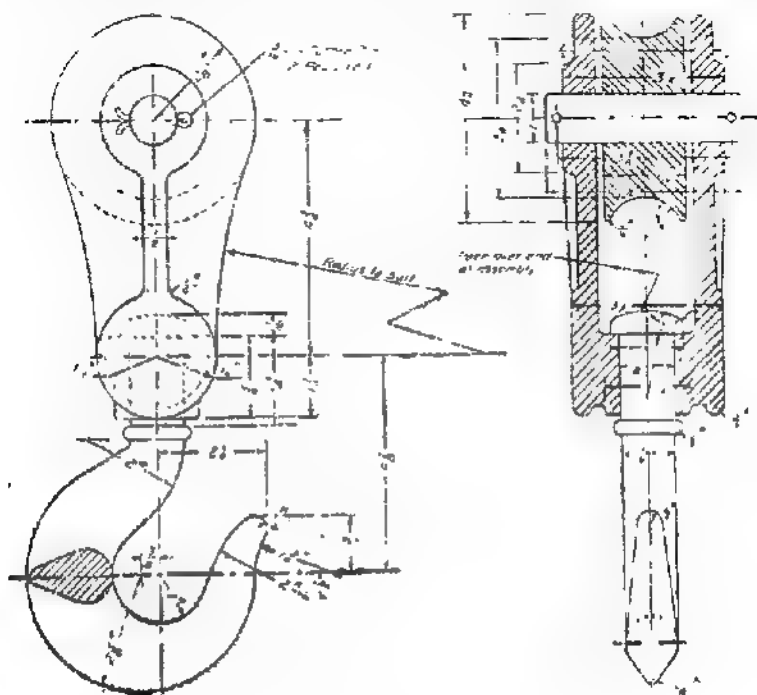
চিত্র ৫৪৫ : একটি প্লাগ রেঞ্চের কার্যকরী নকশা।

এবং কার্যকরী দিকের উভয় পার্শ্বেই একাধিক বক্ররেখা বিদ্যমান। তাই, ৫.৮.১ চিত্রে একটি প্লাগ বেঞ্চের প্রত্যেকটি অংশের পরিমাপসহ কার্যকরী নকশা দেখানো হলো। উহার হাতলের চেপটা ও শিবরীড়ার অংশ দেখানোর জন্য সেই অংশে কর্তন করা হয়েছে। যে সকল বোল্টের মাধ্যমে ঘড়ভুক্তাকৃতির খাঁজ কাটা থাকে সেই সকল বোল্টকে নাট থেকে গোলা অথবা উহার সঙ্গে সংযুক্ত করার কাজে প্লাগ বেঞ্চ ব্যবহার করা হয়।

প্লাগ বেঞ্চের এই নকশাতেই উহার সকল পরিমাপ দেখানো হয়েছে, তাই উহার অন্যান্য নকশা বা ডিউ এঁকে পরিমাপ প্রদর্শন করার কোন প্রয়োজন হয় না।

### বিস্তারিত বা ডিটেইল নকশা

যে নকশা যুগের সাহায্যে কোন যন্ত্রাংশের পার্শ্ব দৃশ্য ও সমুদ্র নকশাকে কর্তন ও পরিমাপ সহকারে দেখানো হয়, তাকে যন্ত্রাংশের বিস্তারিত নকশা বলা হয়।

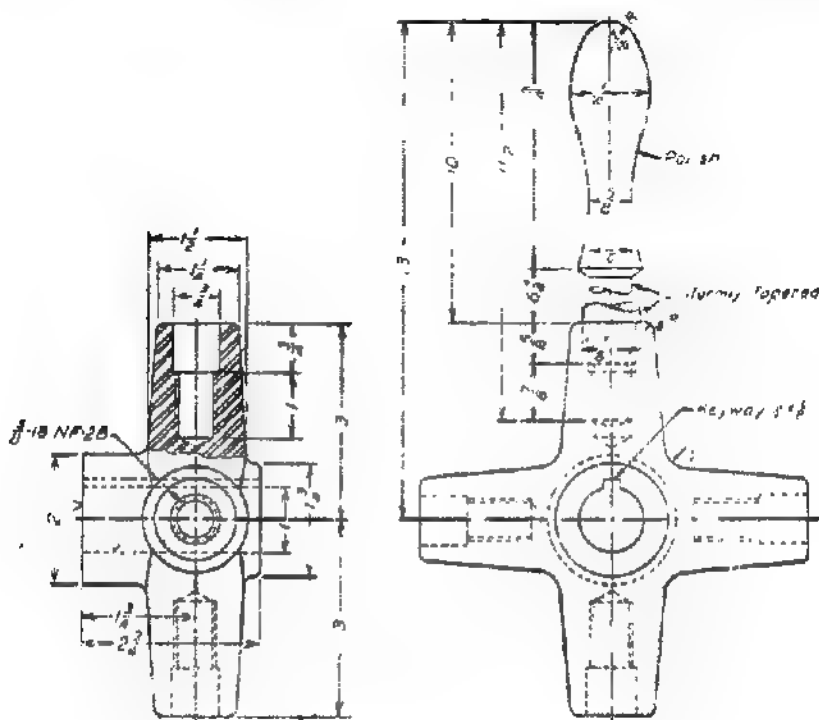


চিত্র ৫.৮৩: একটি জেনহকের বিস্তারিত নকশা।

৫.৪৬ চিত্রে একটি ক্রেনহকের আংশিক কর্তনসহ পার্শ্বদেখ এবং প্রায় পূর্ণ কর্তনসহ সম্মুখ নকশা দেখানো হয়েছে। অধিকাংশ নকশা বা অঙ্কনে উহার সম্মুখ নকশার বামদিকে অর্থাৎ গিল্লীর হাতের ডানদিকে পার্শ্বদেখের বা পার্শ্ব-নকশা স্থাপন করা হয়। এখানে সুচাক্ষর্যে ক্রেনহকের যন্ত্রাংশের পরিমাপ ও আকৃতি প্রদর্শনের প্রয়োজনে সম্মুখ নকশাটির স্বলে পার্শ্বদেখ এবং পার্শ্ব-নকশার স্বলে সম্মুখ নকশা স্থাপন করা হয়েছে।

### পাইলট হাব (Pilot hub)-এর বিস্তারিত নকশা

অধিকাংশ বিস্তারিত নকশার মূল বস্তুর প্রত্যেকটি অংশকে চিত্রের সামনে প্রদর্শনের চেষ্টা করা হয়, যাতে যন্ত্রাংশের প্রত্যেকটি পরিমাপও লিপিবদ্ধ থাকে। আবার কোম কোম বিস্তারিত নকশায় বিশেষ বিশেষ পরিমাপ উল্লেখ থাকে। ৫.৪৭



চিত্র ৫.৪৭ : একটি পাইলট হাবের বিস্তারিত নকশা।

চিত্রে একটি পাইলট হাবের বিস্তার নকশা দেখানো হয়েছে। উহারে অধিকাংশ যন্ত্রাংশের পরিমাপ এবং উহার আংশিক ছেদন বা কঠিত নকশা দেখানো হয়েছে। এখানে আংশিক কর্তনের উদ্দেশ্য হলো, প্রস্তুতকৃত খাতুর প্রতীক দেখানো। বহুদ্রুতি যে ইচ্ছাপাতের তৈরি, তা উক্ত নকশার প্রতীকে লক্ষণীয়।

পাইলট হাবে চারটি হাব রয়েছে, যার প্রত্যেক পার্শ্বেই উহার হাটন ও যন্ত্রাংশ সংযোগনের সুযোগ রয়েছে। যন্ত্রাংশের পরিমাপ দেখানো ও কঠন সংকুলানের সুবিধার্থে উক্ত চিত্রের বামপার্শ্বে দুটি হাব আংশিকভাবে দেখানো হয়েছে।

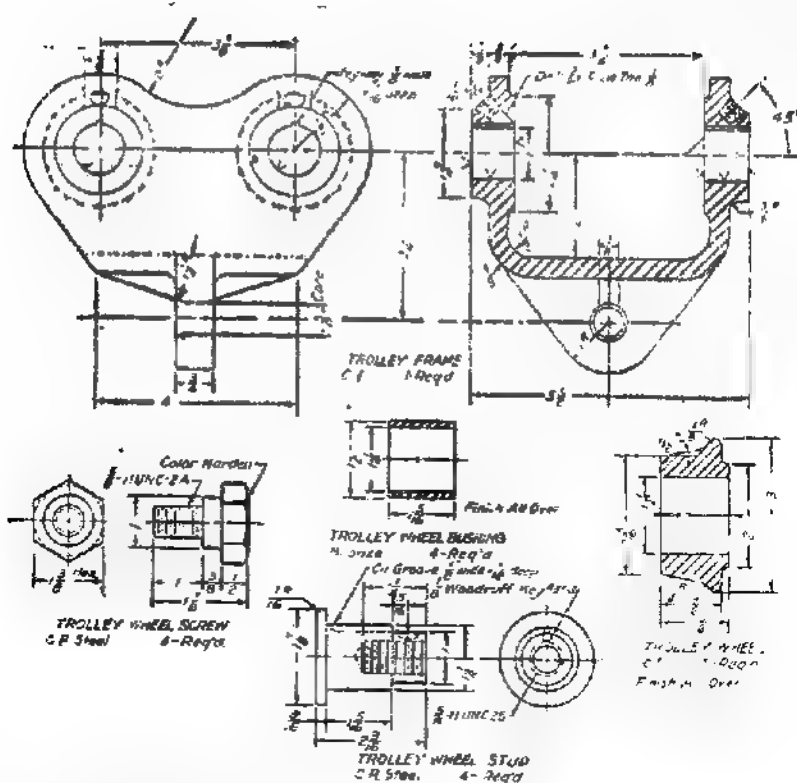
### সংযোজিত নকশা (Assembling Drawing)

কোন যন্ত্রের সংযোজিত নকশা আঁকিতে হলে প্রথমতঃ উক্ত যন্ত্রটির পরিমাপ মোতাবেক অধিকাংশ যন্ত্রাংশের বিবোজিত নকশা অঙ্কন করতে হয়। এরপর বিবোজিত নকশার কোন কোন যন্ত্রাংশকে কর্তন করেও কঠিত নকশার মাধ্যমে দেখানো হয়। অতঃপর যন্ত্রটির সকল যন্ত্রাংশের তালিকা প্রদর্শন করে উহার প্রয়োজনীয় মেরামত কাজের জন্য যাতুসহ পরিবর্তনকৃত যন্ত্রাংশ ক্রয়ের কথা উল্লেখ করা হয়।

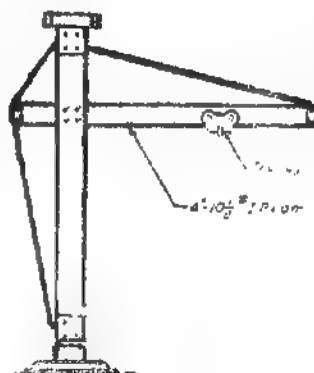
“ ৪৮ চিত্রে একটি গিঁব ক্রেনট্রিনীর বিবোজিত ও সংযোজিত নকশা দেখানো হয়েছে। কোন যন্ত্র মেরামত, বর্ণনাবক্ষণ, প্রস্তুত, সংযোগন ও বিবেচনন কাজের জন্য এই ধরনের নকশা ব্যবহার করা হয়। সকল সংযোজিত অথবা বিবোজিত নকশার যন্ত্রাদির বিনের তালিকা থাকে না। এই চিত্রের একপাশে গিঁব ক্রেনট্রিনীর যন্ত্রাংশ মেরামত বা প্রস্তুতের বিল তালিকাও দেখানো হয়েছে। তাই, ক্ষেত্রবিশেষে এই ধরনের চিত্র বা নকশাকে আমরা কার্ভকরী নকশা বলাও আখ্যায়িত করতে পারি।

### বিভিন্ন যন্ত্রাংশের সংযোজিত নকশা

(ক) স্ক্রু-ড্রাক-এর সংযোজিত নকশাঃ কোন একটি যন্ত্রের সংযোজিত নকশা অঙ্কন করতে উহার প্রত্যেকটি যন্ত্রাংশের পরিমাপসহ বিবোজিত নকশা অঙ্কনের প্রয়োজন হয়। ভারী যন্ত্রাদিকে আংশিক উঠু করতে সাধাবণতঃ এই ধরনের স্ক্রু-ড্রাক ব্যবহৃত হয়, যার উত্তোলন বা বোঁধা বহনের ক্ষমতা ৩ থেকে ৭ টন হয়ে থাকে। স্ক্রু-ড্রাককে উঠানো করানোর কাজে হস্তচালিত লিবার বা ‘টনিং’ ব্যবহার করা হয়। ফলে, এই ধরনের ড্রাককে যান্ত্রিক ড্রাক বলা হয়। ৫.৪৯



BILL OF MATERIAL FOR JIB CRANE TROLLEY			
NAME	QTY	UNIT	NOTES
Trolley Frame	1	C.I.	
Trolley Wheel	4	2 1/2"	
Trolley Wheel Bushing	4	6"	
Trolley Wheel Stud	4	C.P.S.	
Trolley Wheel Screw	4	C.R.S.	
Woodruff Key	4		PURCHASED
1/2" x 10" x 10" C.W.	4		PURCHASED
1/2" x 10" x 10" C.W.	4		PURCHASED



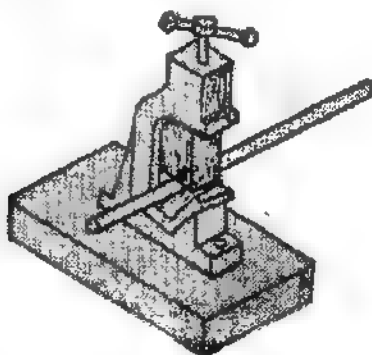
চিত্র ৫.৪৮ : একটি জিব ক্রেনের সংযোগ নকশা।

চিত্রে একটি স্ক্রু ড্রাকের বিখ্যোজিত নকশা এবং তা থেকে উহার সংযোজিত নকশা অঙ্কন করে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৫.৭৯ : একটি স্ক্রু ড্রাকের বিখ্যোজিত নকশা।

সাধারণত যৌলিযানের চাকা মেঝের কাছের জন্য এই ধরনের ড্রাকের ব্যবহার সর্বাধিক। নিজাবকে বানদিকে ঘুরালে ড্রাকের উত্তোলক মাথা উল্লম্ব দিকে উঠে এবং ডানদিকে ঘুরালে নিচের দিকে নেমে যথাক্রমে যন্ত্রাঙ্গিক নিক্ষেপে উচ্চতায় উত্তোলন করে অথবা নিচের দিকে নামায়।

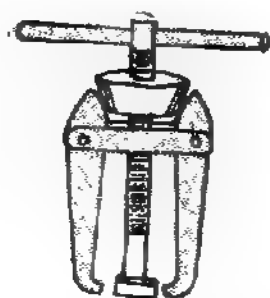


চিত্র ৫.৮০ : একটি V-ব্লক ড্রাকের বিখ্যোজিত নকশা।



(খ) V-ব্লক ক্র্যান্স-এর সংযোজিত নকশা : V-ব্লকের সঙ্গে কোন যন্ত্রাংশকে আঁকড়ে বা আঁককে ধরার জন্য যে ক্র্যান্স ব্যবহার করা হয়। উহাকেই V-ব্লক ক্র্যান্স বলা হয়। উহার সংযোজিত নকশা আঁকতে হলে V-ব্লকের প্ল্যান, সম্মুখ-নকশা, পার্শ্ব-নকশা প্রভৃতি আঁকার প্রয়োজন হয়। ৫.৫০ চিত্রে একটি V-ব্লক এবং উহার মাথায় একটি গোলাকায় দ্রব্য আটকে ধরা অবস্থায় V-ব্লক ক্র্যান্সের সংযোজিত নকশা দেখানো হয়েছে।

(গ) গিয়ার পুসার-এর সংযোজিত নকশা : কোন শ্যাফট থেকে গিয়ারকে বিচ্ছিন্ন করার জন্য গিয়ার পুলার ব্যবহার কন হয়। ইহা নিচীন আর্ন, হস্তচালিত



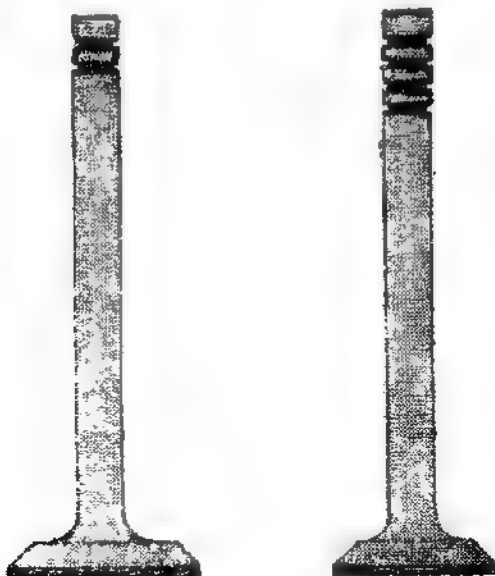
চিত্র ৫.৫১ : গিয়ারের পুসারের সংযোজিত নকশা।

জিয়ার, পুলার শ্যাফট, নাট ও বোল্ট প্রভৃতির সমন্বয়ে গঠিত হয়। ৫.৫১ চিত্রে একটি গিয়ার পুসারের বিযোজিত নকশা (বাম পাশে) এবং সংযোজিত নকশা (ডান পাশে) দেখানো হয়েছে।

### বিভিন্ন প্রকার ডালুড

কোন পাইপ লাইন দিয়ে আবানি, গ্যাস, বাষ্প, পানি, বায়ু প্রভৃতি পরিবহিত ও নিয়মিতভাবে সরবরাহের নিমিত্ত যে সকল নিয়ন্ত্রণ বস্তু ব্যবহার করা হয়, উহাকেই ডালুড বলে। কোন কোন ডালুড আপনা-আপনি বা স্বয়ংক্রিয় উপায়ে নিয়ন্ত্রিত বা পরিচালিত হয়। আবার কোন কোন ডালুড হস্তচালিত বা যান্ত্রিক উপায়ে পরিচালিত হয়। নিম্নে বিভিন্ন প্রকার ডালুড সম্বন্ধে চিত্রসহ বর্ণনা কন হয়েছে।

১। ইঞ্জিনের ভ্যালভসমূহ : ইঞ্জিনে সববরাহকৃত বাতাস ও জ্বালানির মিশ্রণ অথবা বাতাস এবং বিভাঙ্কিত পোড়া গ্যাসের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করার জন্য সাধারণত দুই নকশা ভ্যালভ ব্যবহৃত হয়, যেমন :



চিত্র ৭.৫২ : ইঞ্জিনের গ্রহণ ও নির্গমন ভ্যালভের সম্মুখ নকশা।

- (ক) গ্রহণ ভ্যালভ (Intake valve), এবং
- (খ) নির্গমন ভ্যালভ (Exhaust valve)।

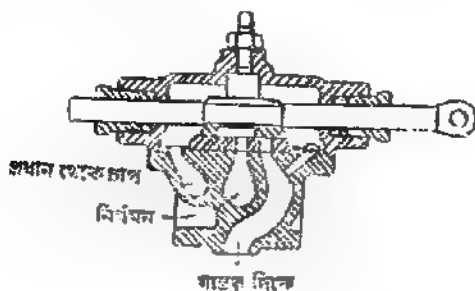
ইঞ্জিনের গ্রহণ স্ট্রোকের শুরুতে গ্রহণ ভ্যালভ খুলে যায়, ফলে তখন পেট্রোল ইঞ্জিনের সিলিন্ডারের মধ্যে বাতাস ও জ্বালানির মিশ্রণ প্রবেশ করে। ডিজেল ইঞ্জিনের গ্রহণ স্ট্রোকে গ্রহণ ভ্যালভ খুলে গেলে ইঞ্জিনের সিলিন্ডারে শুধু পরিষ্কার বাতাস প্রবেশ করে। ইঞ্জিনের সস্ট্রোকে ও পাওয়ার স্ট্রোকে গ্রহণ ও নির্গমন উভয় ভ্যালভই বন্ধ থাকে এবং নির্গমন স্ট্রোকের সময় নির্গমন ভ্যালভ খুলে গেলে ইঞ্জিনের সিলিন্ডারে দগ্ধ গ্যাস ইঞ্জিন থেকে বের হয়ে যায়। ৫.৫২ চিত্রে ইঞ্জিনের গ্রহণ ও নির্গমন ভ্যালভের সম্মুখ-নকশা দেখানো হয়েছে। ইঞ্জিন চলার সুবিধার্থে গ্রহণ ভ্যালভ, নির্গমন ভ্যালভ অপেক্ষা সকল দিকেই বড় থাকে।

২। **হাইড্রলিক জ্যাম্বসমূহ:** পানি বাষ্প, বাতাস অথবা যে কোন ধরনের তরল, বায়বীয় বা আধাতরল পদার্থের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের জন্য বিভিন্ন প্রকার হাইড্রলিক ভাল্ভ ব্যবহার করা হয়। এই ভাল্ভগুলিকে চার ভাগে শ্রেণীবদ্ধ করা হয়, যেমন:

- (ক) গ্লাইড ভাল্ভ,
- (খ) মিটার ভাল্ভ,
- (গ) স্টপ ভাল্ভ, এবং
- (ঘ) রিলিফ বা নিয়ন্ত্রক ভাল্ভ।

এই ভাল্ভগুলি সম্বন্ধে নিম্নে চিত্রসহ বর্ণনা করা হয়েছে।

(ক) **গ্লাইড জ্যাম্ব:** হাইড্রলিক যন্ত্রটিতে গ্লাইড ভাল্ভ অনুপ্রবাহের সাথে বহত হয়। বাষ্প-ইঞ্জিনে বাষ্পের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের জন্য D-আকৃতি গ্লাইড ভাল্ভ ব্যবহারও প্রচলন রয়েছে। যে সকল পাইপ লাইনে পানি বা বাষ্পের চাপ প্রতি বর্গইঞ্চিতে ১,০০০ পাউন্ড পর্বন্ত বিদ্যমান, সে সকল ক্ষেত্রে D-আকৃতির বা নিয়ন্ত্রকের গ্লাইড ভাল্ভ ব্যবহৃত হয়।

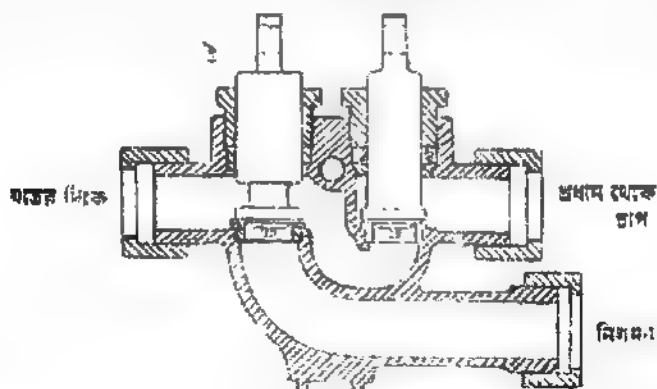


চিত্র ৫.৩৩ : উচ্চ ও নিম্ন চাপের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের হাইড্র ভাল্ভ।

আবার প্রতিবর্ণ ইঞ্জিনে ১,০০০ পাউন্ড এর উপর চাপের ক্ষেত্রসমূহে পিস্টন প্রকৃতির বা উচ্চচাপের গ্লাইড ভাল্ভ ব্যবহৃত হয়। ৫.৫৩ চিত্রে উচ্চ ও নিম্নচাপের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের গ্লাইড ভাল্ভ দেখানো হয়েছে।

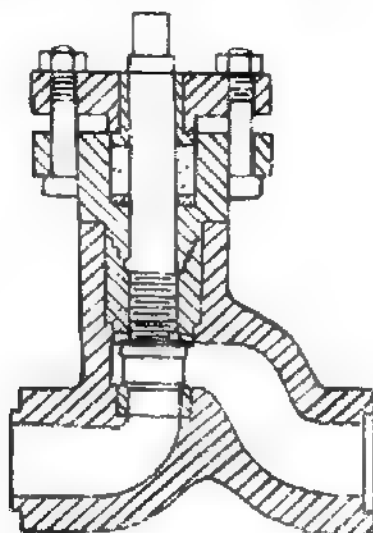
(খ) **মিটার ভাল্ভ:** এই ধরনের ভাল্ভকে সাধারণত হাইড্রলিক ক্রেনে ব্যবহার করা হয়। যেখানে হাইড্রলিক পদার্থ-প্রবাহের চাপ হঠাৎ কন থেকে বেশি, তাহলে বেশি থেকে কনের দরকার, সে স্থানে ঝড়ো স্পিগুনবিধিষ্ট মিটার ভাল্ভ

ব্যবহৃত হয়। এই ডাল্ড পরিচালনা করা বেশ সহজ। একটি মিটারের সাহায্যে এই ডাল্ড খোলা অথবা বন্ধ করা হয়। হাইড্রুলিক বা তরল পদার্থ সরবরাহের



চিত্র ৫.৫৪ একটি মিটার ডাল্ডের কতিত নকশা।

চাছিল। কম বা বেশি হলে মিটার যথাক্রমে ডাল্ডকে টেনে আংশিক বা সম্পূর্ণ খোলা অবস্থায় রাখে এবং এভাবেই মিটার ডাল্ড কাজ করে। ৫.৫৪ চিত্রে একটি মিটার ডাল্ডের কতিত সম্মুখ-নকশা দেখানো হয়েছে।

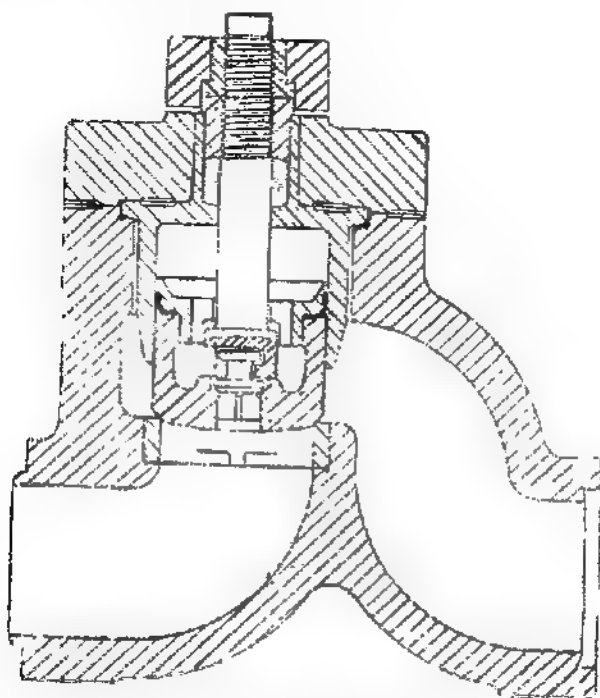


চিত্র ৫.৫৫ : অসমতল স্টেপ ডাল্ডের কতিত নকশা।

(গ) স্টপ ভাল্ভ : এই ধরনের ভাল্ভ সাধারণত পানির বা কোন তরল পদার্থের প্রধান সরবরাহ লাইনে ব্যবহার করা হয়। তরল পদার্থের লাইনে সরবরাহ কাজ চালু অথবা বন্ধ বা আংশিক বন্ধ করার কাজে স্টপ ভাল্ভ ব্যবহৃত হয়। মিটার ভাল্ভের মতই ইহাতে একটি স্পিন্ডল থাকে। এই ভাল্ভ সঠিক পরিমাপ গোতাবেক খোলা ও বন্ধ করার সুবিধার্থে ইহার স্পিন্ডলে দাগ কাটা থাকে। মিটার ভাল্ভের মত ইহাতেও ভাল্ভের সিট বা আসন থাকে এবং তরল পদার্থের কম-বেশি চাহিদার অনুসারে সরবরাহ বন্ধ, খোলা, আংশিক বন্ধ বা সম্পূর্ণ খোলা অবস্থায় রাখা যায়। তবে, পার্থক্য হলো, মিটার ভাল্ভে স্পিন্ডল দুটো এবং স্টপ ভাল্ভে স্পিন্ডল একটি থাকে। ইঞ্চিচালিত চক্রের সাহায্যে ইহার স্পিন্ডলকে এলিক-ওসিক ঘুরিয়ে তরল পদার্থ সরবরাহের সাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। নিয়ন্ত্রণের প্রকৃতিভেদে স্টপ ভাল্ভকে সাধারণত দু'ভাগে শ্রেণীভেদ করা হয়, যেমন :

(খ) অসমতা স্টপ ভাল্ভ, এবং

(গা) বৈতসমতা স্টপ ভাল্ভ।

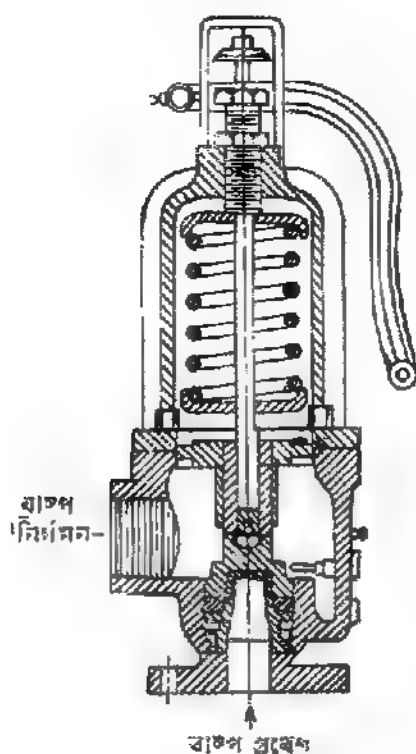


চিত্র ৫.৫৬ : বৈতসমতা স্টপ ভাল্ভের কৃত্রিম মক্কা।

৫.৫৫ চিত্রে অসমতা স্টপ ভাল্ভের কতিত নকশা দেখানো হয়েছে। এই ভাল্ভে একটি পথ দিয়ে পানি বা তরল পদার্থ প্রবেশ করে এবং অন্য পথ দিয়ে বেরিয়ে যায়।

৫.৫৬ চিত্রে দ্বৈতসমতা স্টপ ভাল্ভের কতিত নকশা দেখানো হয়েছে। এই ভাল্ভের দুটি পথ দিয়ে তরল পদার্থ প্রবেশ করে এবং একটি পথ দিয়ে বেরিয়ে যায়।

(খ) নিয়ামক ভাল্ভ : ইহাকে এক ধরনের রিলিফ ভাল্ভ বলা হয়। নিয়ামক ভাল্ভ বাষ্প, পানি, তেল, বাতাস, বয়লার প্রভৃতির লাইনে ব্যবহার করা হয়। এই ধরনের ভাল্ভ স্বাভাবিক অবস্থায় সর্বদা বন্ধ অবস্থায় থাকে এবং বিশেষ অবস্থায়, যখন বাষ্প, পানি, বাতাস, তেল প্রভৃতির চাপ হঠাৎ করে পরিমাণের



চিত্র ৫.৫৬ : পানির পল্লবিলিষ্ট বয়লারে ব্যবহৃত নিয়ামক ভাল্ভ।

তুলনায় বেশি হয়ে যজ্ঞাদি ও পাইপ লাইনকে স্বংসের মুখোমুখি নিয়ে যেতে চায়, তার পূর্বে এই ভাঙ্ত আপনা-আপনি খুলে যায় এবং লাইনকে বন্ধ করে। যখন লাইন দিয়ে কিছু পদার্থ বের হয়ে গিয়ে স্বাভাবিক চাপমাত্রায় ফিরে আসে, তখন এই ভাঙ্ত আবার আপনা-আপনি বন্ধ হয়ে যায়।

ইহা হাইড্রুলিক এককুলেটরের পাওয়ার লাইনে অর্থাৎ রানকে ঠিকমত উঠানো কবানোর কাজে পানির চাপ নিয়ন্ত্রণ করে। যখন রানকে উঠানোর জন্য লাইনে অর্থাৎ চিত্তি বেশি পানির চাপের আগমন ঘটে, তখন এই ভাঙ্ত আপনা-আপনি খুলে গিয়ে বাড়তি চাপের পানি আধারে ফেরত দিয়ে চাপের সমতা বিধান করে।

আবার বয়লারে যখন বাষ্পচাপ বেশি হয়ে যায়, তখন এই ভাঙ্ত খুলে যায় এবং কিছু বাষ্প বের করে দিয়ে বয়লারকে ফটিল ধরা বা স্বংসের হাত থেকে রক্ষা করে। এই বরনের ভাঙ্তকেও অনেক সময় হস্তচালিত যন্ত্র দ্বারা পরিচালনা করা হয়। গঠন প্রণালীর পার্থক্যভেদে এই ভাঙ্তকে দু'ভাগে শ্রেণীভেদ করা হয়, যেমন :

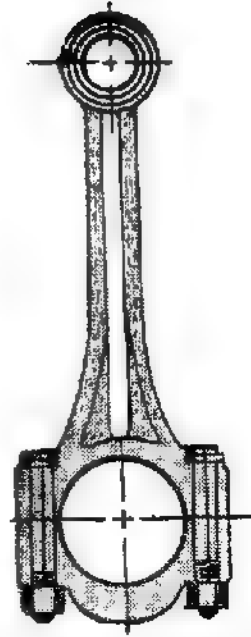
- (অ) বোঝা আরোপিত নিরাময় ভাঙ্ত, এবং
- (আ) স্প্রিং আরোপিত নিরাময় ভাঙ্ত।

সাধারণ কার্যক্ষেত্রে বোঝা আরোপিত নিরাময় ভাঙ্ত ব্যবহারের প্রচলন সর্বাধিক। অধিক চাপবিশিষ্ট স্থানে স্প্রিং আরোপিত নিরাময় ভাঙ্তের ব্যবহার অধিক। বয়লার প্রকোষ্ঠে জমাক্ত অতিরিক্ত বাষ্পচাপ ছেড়ে দিয়ে উহার বাষ্পচাপের সমতাবিধান করার জন্য বয়লার ড্রাম বা প্রকোষ্ঠের উপরের দিকে নিরাপত্তামূলক বা নিরাময় ভাঙ্ত ব্যবহার করা হয়। ৫.৫৭ চিত্রে পানির গল-বিশিষ্ট বয়লারে (water tube boiler) নিরাময় ভাঙ্তের ব্যবহার ও সংযোগ দেখানো হয়েছে।

### কানেকটিং রড

ইহা অভর্দাহ ও বর্ডির্দাহ ইঞ্জিনে ব্যবহৃত এমন এক প্রকার সংযোগকারী যন্ত্রাংশ, যা পিস্টন ও ক্র্যাঙ্কশ্যাফটের মধ্যে সংযোগ রচনা করে থাকে। ৫.৫৮ চিত্র অনুযায়ী ইহার উপরের প্রান্ত, নিচের প্রান্ত অপেক্ষা বড়। ইহার ছোট প্রান্তের বিয়াদিং, পিস্টন পিন বা গাজন পিন-এর সমন্বয়ে পিস্টনের সঙ্গে এবং বড় প্রান্তের বিয়াদিং দ্বিধাবিন্ডিত থাকে, যা ক্র্যাঙ্কশ্যাফটের ক্র্যাঙ্ক জার্নালের সঙ্গে নাট ও বোল্ট দ্বারা সংযুক্ত থাকে।

কানেকটিং রড প্রস্তুত করতে ক্রোম ইস্পাত, কপার লেড, ক্যাডমিয়াম সিন-ভার প্রভৃতি ধাতু; বিয়ারিং-এর পিছনের প্লোট প্রস্তুত করতে ইস্পাত ধাতু এবং বিয়ারিং প্রস্তুতের ধাতু হিসাবে বেবিট মৌল, কপার, গানমেটাল প্রভৃতি ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ৫.৫৮ : ইঞ্জিনে ব্যবহৃত কানেকটিং রড-এর সম্মুখ নকশা।

### প্রশ্নমালা

- ১। (ক) গিয়ারের মূলনীতি বলতে কি বুঝ ?  
 (খ) উহা সাধারণত কত প্রকার ও কি কি ?  
 (গ) গিয়ারের গঠন কেমন, অঙ্কন করে দেখাও।
- ২। (ক) একটি স্পার ও একটি কৌণিক বাঁকবিশিষ্ট (Helical) গিয়ার-এর চিত্র অঙ্কন কর।  
 (খ) সাধারণ প্ল্যানোটোরী গিয়ার কি কাজে ব্যবহৃত হয় ?  
 (গ) বেভেল ও ওয়ার্থ গিয়ার-এর মধ্যে পার্থক্য কি ?
- ৩। (ক) চিত্রসহ ব্যাক ও পিনিয়ন-এর কার্যপ্রণালী সংক্ষেপে বর্ণনা কর।  
 (খ) ঘর্ষণ চক্র (Friction wheel) বলতে কি বুঝ ?  
 (গ) গিয়ারের অনুপাত (gear ratio) কি এবং কেন ব্যবহার করা হয় ?



৪। টীকা লিখ :

- (ক) পুলি ও ফ্ল্যাঞ্জ (pulley and flange)
- (খ) বেল্ট ও পুলি (belt and pulley)
- (গ) গিয়ার ও চেইন (gear and chain)
- (ঘ) গিয়ারের নোমেনক্লেচার (nomenclature of gears)

৫। (ক) স্পার গিয়ার অঙ্কন করতে ইনভলিউট রেখার প্রয়োজন কি ?

- (খ) চিত্রে ইনভলিউট রেখার প্রয়োগ দেখাও।
- (গ) গিয়ারের ডি. পি (D.P), সি. পি (C.P), ও. ডি (O.D) এবং পি.ডি (P.D) বলতে কি বুঝ ?

৬। (ক) বৈদ্যুতিক বর্তনী বলতে কি বুঝ ?

- (খ) ইহা সাধারণত কত প্রকার ও কি কি ? চিত্রসহ বর্ণনা কর।
- (গ) বৈদ্যুতিক বেল-এর বর্তনী নকশা অঙ্কন করে দেখাও।

৭। (ক) বৈদ্যুতিক বেল ও বায়ারের যৌথ নকশা অঙ্কন কর।

- (খ) অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার-এর সংযোগ নকশা অঙ্কন কর।
- (গ) একটি দালানের বৈদ্যুতিক লে-আউট (Electrical layouts for buildings) বলতে কি বুঝ ?

৮। (ক) কার্যকরী নকশা কি ?

- (খ) ইহার উপাদানগুলির নাম উল্লেখ কর।
- (গ) একটি আধুনিক ইউনিভার্সাল সংযোগ (universal joint)-এর কার্যকরী নকশা অঙ্কন কর।

৯। (ক) বিস্তার নকশা (detail drawing) বলতে কি বুঝ ?

- (খ) একটি ক্রেনহুক (Crane hook)-এর বিস্তার নকশা অঙ্কন করে দেখাও।

১০। (ক) সংযোজিত নকশা (Assembling drawing) বলতে কি বুঝ ?

- (খ) একটি জিবক্রেন ট্রলী (Jib crane trolley)-এর সংযোজিত নকশা অঙ্কন কর।

১১। (ক) ইঞ্জিনে ভাল্ভের (valves) কাজ কি ?

- (খ) ইহা সাধারণত কত প্রকার ও কি কি ? চিত্রসহ দেখাও।
- (গ) একটি স্টপভাল্ভের উপরের অংশ অঙ্কন করে দেখাও।

১২। টীকা লিখ :

- (ক) স্লাইড ভাল্ভ (slide valve),
- (খ) নিরাপত্তা ভাল্ভ (safety valve),
- (গ) কানেকটিং রড (connecting rod)।

## ষষ্ঠ অধ্যায়

### প্ল্যান্ট নকশা ট্রেসিং ও প্রিন্টিং

#### প্ল্যান্ট নকশা

'প্ল্যান্ট' কথাটি পাওয়ার প্ল্যান্ট শব্দ থেকে উদ্ভূত। পাওয়ার প্ল্যান্ট বলতে বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র বুঝায়। আবার ব্যাপকভাবে বলতে গেলে যে সকল কারখানা ও শিল্প প্রতিষ্ঠান বিদ্যুৎ-শক্তি উৎপাদন ও ব্যবহার করে, সে সকল প্রতিষ্ঠানকেও প্ল্যান্ট নামে আখ্যায়িত করা হয়; যেমন চট্টগ্রামে জেনারেল ম্যানুফ্যাকচারিং প্ল্যান্ট, বা বিদ্যুৎ-শক্তি উৎপাদন ও নিয়ন্ত্রণ যন্ত্রাদি প্রস্তুত করে থাকে। সুতরাং 'প্ল্যান্ট নকশা' বলতে কোন ছোট-বড় কারখানা বা শিল্প প্রতিষ্ঠান, গ্যারেজ, প্রভৃতির বিভিন্ন প্রকার নকশা বুঝায়।

কোন কারখানা, গ্যারেজ প্রভৃতি স্থাপন করার পূর্বে প্রথমতঃ উহার চাহিদা ও ব্যবহারিক প্রয়োগের ব্যাপারে পরিকল্পনা গ্রহণ, দ্বিতীয়তঃ এলাকা-নির্বাচন, স্থাপিত কারখানার লে-আউট অঙ্কন, স্থাপন ধরচ নির্ধারণ, বননকার্য সম্পাদন ও দালানকোঠা নির্মাণ, যন্ত্রপাতি স্থাপন, বৈদ্যুতিক সংযোগ ও ওয়্যারিং কার্য সম্পাদন, নিয়ন্ত্রণ ও সাবস্টানে যন্ত্রপাতি স্থাপন, ব্যবস্থাপনার অফিস ও ব্যবস্থাপকসহ কর্মচারী প্রভৃতি কার্য ধাপে ধাপে সম্পাদন করতে হয়। এই সকল কাজের জন্য যেসকল নকশা ব্যবহার করা হয়, উহা প্ল্যান্ট নকশার অন্তর্ভুক্ত। প্ল্যান্ট নকশা অঙ্কন করতে সাধারণ নকশা অঙ্কনের যন্ত্রপাতি ছাড়াও ইন্ডিং ও ট্রেসিং যন্ত্রপাতি, নীল নকশা প্রস্তুতের যন্ত্রপাতি, বিভিন্ন প্রকার রাসায়নিক পদার্থ, বিভিন্ন রং-এর কালি (বা সাধারণত পানিতে ধুয়ে দাখ বা), ভাল ধরনের অঙ্কন-শীট, নকশা সংরক্ষণার্থে প্রভৃতির প্রয়োজন।

তদুপরি, প্ল্যান্ট নকশা অঙ্কন করতে সুকৃৎ কারিগরি বা প্রযুক্তি জ্ঞানসম্পন্ন অঙ্কনশিল্পীর প্রয়োজন হয়। কারণ, চূড়ান্ত প্ল্যান্ট নকশা থেকে একাধিক কপি করে উহা সংরক্ষণ করা হয় এবং বিভিন্ন দপ্তরে সেই নকশা অনুসরণ করে তাদের দপ্তরে প্ল্যান্ট স্থাপন কাজ চালাতে পারে। সেজন্য প্ল্যান্ট নকশা খুব সাবধানতার সঙ্গে সম্পাদন করার প্রয়োজন হয়, যাতে প্ল্যান্ট নকশার নাম, অঙ্কন ও তুলনাকারীর নাম ও স্বাক্ষর, প্রস্তুতের তারিখ, প্রস্তুতকারী প্রতিষ্ঠান প্রভৃতি, নাম উল্লেখ থাকে।

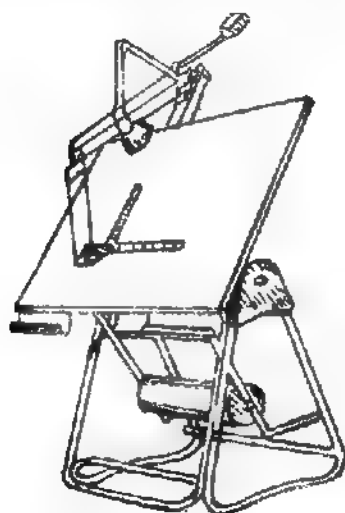
প্ল্যান্ট নকশায় যন্ত্রপাতি ও দ্রব্যাদির বড় বড় নাম লেখা ও প্রস্তুতকৃত দ্রব্যের নাম উল্লেখ করা সম্ভব হয় না বলে উহাতে বিভিন্ন প্রকার প্রতীক (symbol) ব্যবহার করা হয়।

### প্ল্যান্ট নকশায় যন্ত্রপাতি ও দ্রব্যাদি

ইতিপূর্বে প্রথম অধ্যায়ের গোড়ার দিকে কারিগরি নকশা অঙ্কনের সাধারণ যন্ত্রপাতি ও দ্রব্যাদি সম্বন্ধে বর্ণনা করা হয়েছে। প্ল্যান্ট নকশায় যে সকল যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য তো লাগেই, তদুপরি নিম্নলিখিত যন্ত্রপাতি ও দ্রব্যাদির প্রয়োজন হয়, যেমন :

- (ক) ড্রাফটিং মেশিন (Drafting machine),
- (খ) যন্ত্র প্রকৌশলীর স্কেল (Mechanical Engineer's Scale),
- (গ) বো-যন্ত্রাদির সেট (Bow instruments set),
- (ঘ) ইঙ্কিং-এর কালি (Ink for inking) প্রভৃতি।

(ক) প্ল্যান্ট নকশা নিখুঁতভাবে এবং স্বল্প সময়ের ব্যবধানে অঙ্কনের সুবিধার্থে ড্রাফটিং মেশিন ব্যবহার করা হয়। এই যন্ত্রকে একটি ড্রাফটিং টেবিলের সঙ্গে সংযুক্ত করা হয় যন্ত্রটির বোর্ডের উপর অঙ্কন শীট স্থাপন করে উহার সাহায্যে অতি অল্প



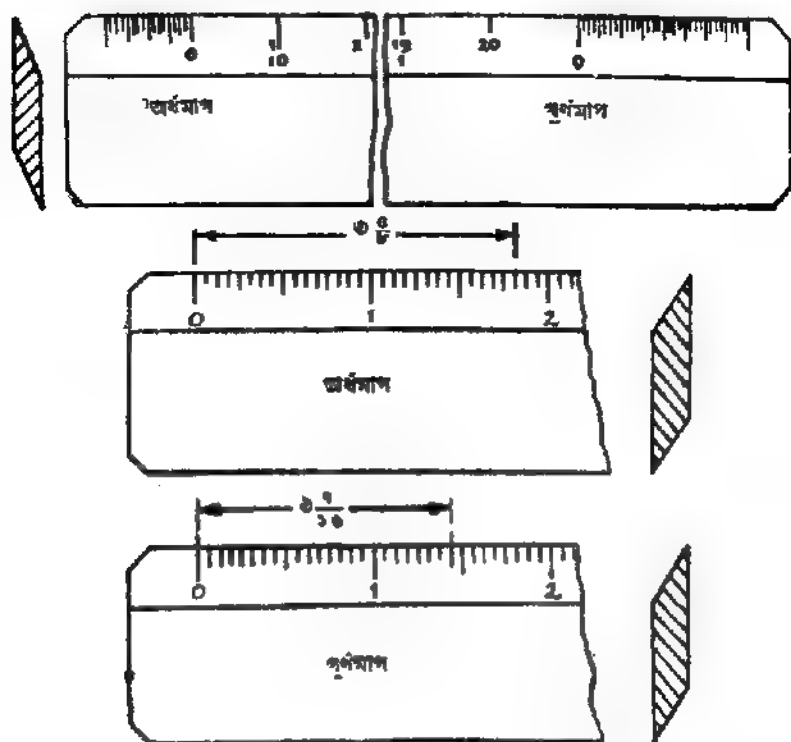
চিত্র ৬.১ : একটি ড্রাফটিং টেবিলে সংযুক্ত ড্রাফটিং মেশিন।

সময়ে বিভিন্ন কোণ ও সমান্তরাল রেখা অঙ্কন করা যায়। ৬.১ চিত্রে একটি ড্রাকটিং টেবিলে সংযুক্ত ড্রাকটিং যন্ত্র দেখানো হয়েছে। যান্ত্রিক, স্থাপত্য-সংক্রান্ত এবং যে কোন ড্রাইল ও নিখুঁত নকশা অঙ্কনের কাজে ইহার ব্যবহার বহুল প্রচলিত। প্রয়োজনের প্রতিবে এই ড্রাকটিং যন্ত্রের সম্ভবপ্রায় উচ্চ-নিচু করা যায়।

(খ) যান্ত্রিক নকশা অঙ্কন করতে পরিমাপে বেশি ভুলার প্রয়োজন হয় না। সেক্ষেত্রে যান্ত্রিক নকশায় প্রয়োজনীয় ক্রমে মোটামুটিভাবে পূর্ণমাপ ও অর্ধমাপের দাগ কাটলেই চলে। ক্ষেত্রবিবেকে এক-চতুর্থাংশ মাপ এবং এক-অষ্টমাংশ মাপও ব্যবহার করা হয়। এই ক্রমের পরিমাপগুলি নিম্নরূপ:

পূর্ণমাপ, ১ ইঞ্চিকে ৩২ ভাগ,

অর্ধমাপ, ২ ইঞ্চিকে ১৬ ভাগ,



চিত্র ৬.২ : যন্ত্র-প্রকৌশলীর ক্ষেত্র।

এক-চতুর্থাংশ মাপ,  $\frac{3}{4}$  ইঞ্চিকে ৮ ভাগ এবং

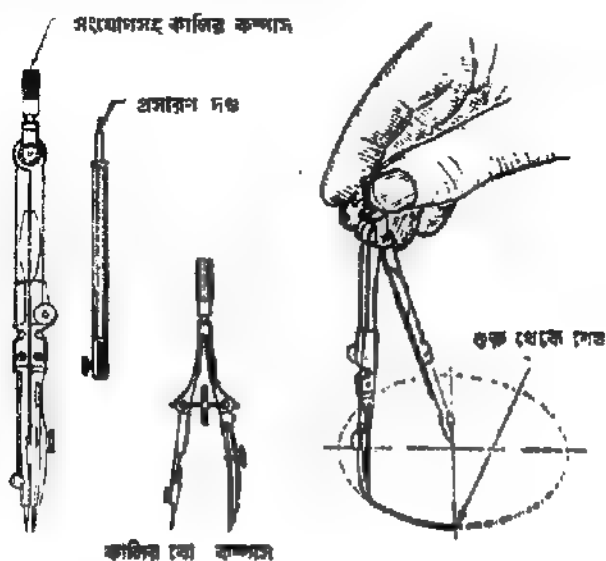
এক-অষ্টমাংশ মাপ,  $\frac{3}{8}$  ইঞ্চিকে ৪ ভাগে ভাগ করে দেখানো হয়।

সুতরাং পূর্ণমাপ,  $1'' = 3''$  এবং

অর্ধমাপ,  $\frac{1}{2}$  ইঞ্চি = ১ ইঞ্চি।

কারণ, ১ ইঞ্চি জায়গা বড় বিধায় সেখানে বেশি ভাগ করে দেখানো যায়, কিন্তু  $\frac{3}{4}$  ইঞ্চি অপেক্ষাকৃত ছোট জায়গা বিধায় উহাকে বেশি ভাগ করে দেখানো সম্ভব হয় না। ৬.২ চিত্রে বহু-প্রকৌশলীর স্কেল এঁকে দেখানো হয়েছে।

(গ) পেন্সিলিং, ইন্সিং, ট্রেসিং প্রত্যেক নকশা অঙ্কন করতেই বো-যন্ত্রাদির সেট প্রয়োজন হয়। বো-পেন্সিল দ্বারা পেন্সিলিং নকশার গোলাকার মাপ



চিত্র ৬.৩ : বো-যন্ত্রাদির সেট।

এবং বো-ইন্সের সাহায্যে ইন্সিং ও ট্রেসিং নকশার গোলাকার মাপগুলি প্রদান করা হয়। ৬.৩ চিত্রে বো-যন্ত্রাদির সেট এঁকে দেখানো হয়েছে। বো-পেন্সিলের

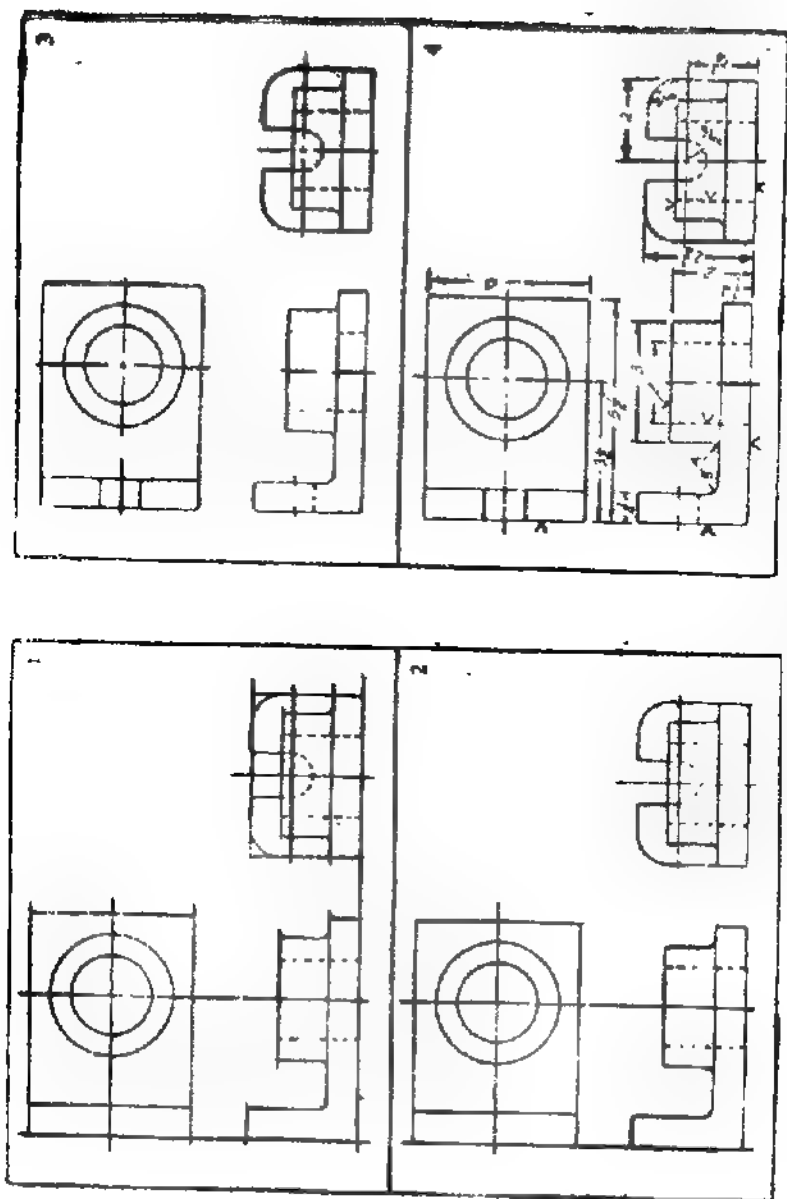
অর্থভাগ সূচ্যগ্রহ রাখতে হয় এবং বো-ইন্ডের অর্থভাগে-প্রাথমিকভাবে-কালি লাগিয়ে নিতে হয়, অন্যথায় নকশা নষ্ট হবার সম্ভাবনা থাকে।

(ঘ) ইঙ্কিং-এর কালি বলতে পেনসিলান কালি, ইণ্ডিয়ান কালি প্রভৃতি বুঝায়। এই কালিগুলি দেখতে বেশ গাঢ় এবং ইঙ্কিং এর কলম দিয়ে দাগ দিলে উহা স্পষ্টভাবে ফুটে উঠে। কোন ভুইং শীটে চুড়ান্ত নকশা পেনসিল দ্বারা কোঁসং করার পরপরই উক্ত দাগের উপর দিয়ে কালি প্রয়োগ করা হয়। এই কালি হালুকা হলে প্ল্যান্ট নকশা ফুটে উঠবে না, বার ফলে উহা দ্বারা একাধিক কপি করা সম্ভব হয় না। ইঙ্কিং-এর কালি সাধারণতঃ পানির ছিটায় উঠে যাওয়া বা মিলিয়ে যাওয়া উচিত নয়, ফলে উহাকে কিছুটা ওয়াটারপ্রুফ বা পানিরোধক হতে হয়। এই কালি সাধারণত কোনো হওয়া উচিত যাতে নকশা অক্ষয় করলে সূর্যের আলো উক্ত দাগ ভেদ না করতে পারে।

সাধারণ প্ল্যান্ট নকশায় বিভিন্ন দ্রব্যের প্রবাহ দেখাতে বিভিন্ন বং-এর কালি ব্যবহার করা হয়। কিন্তু যে প্ল্যান্ট নকশাকে একাধিক শীটে রূপান্তর বা নীল নকশায় পরিণত করা হয়, উক্ত নকশায় শুধু কালো কালি ব্যবহার করা হয়। আবার প্ল্যান্ট নকশার ভুল দাগগুলি নিশ্চিত করা বা মিলিয়ে দেয়ার জন্য সাদা পেনসিলান কালি ব্যবহার করা হয়। ইঙ্কিং কালি সাধারণত ক্রোকো-ডাইল কলম দ্বারা ব্যবহার করা হয় অথবা নকশা অঙ্কনের বিশেষ কলমেও ত্রুটি করে কাজ করা যায়। এই কালি দ্বারা নকশা অঙ্কনের সময় বারংবার কলমের টিপ শুকিয়ে যায় এবং ঝাঁটানো হয়, এমনভাবেই মাঝে মাঝে কলমের মুখ পানি ও মুছনি দ্বারা যথাক্রমে ধুয়ে ও মুছে ফেলাতে হয়।

## পেন্সিলিং নকশা

শুধু পেন্সিল দ্বারা যে নকশা অঙ্কন করা হয়, উহাকে পেন্সিলিং নকশা বলা হয়। প্রাথমিকভাবে কোন বস্তু বা ঘটনার অবয়ব এবং দৃশ্য অঙ্কন করতে পেন্সিলের ব্যবহার সর্বকালের। এর কারণ হলো, প্রাথমিকভাবে ঝাঁকতে গেলে নকশার সোটিং এলোথেলো, দাগগুলি আকারীক। অথবা অন্য কোন ভুলত্রুটি হতে পারে। রাবার বা মুছনি দ্বারা মুছে গেই সকল ভুল ও অসমঞ্জস দাগগুলি দূর করার সুবিধার্থে প্রথমতঃ পেন্সিলিং নকশা অঙ্কন করতে হয়। পেন্সিলিং নকশায় অঙ্কন শীটের বাইরের দাগ, শীট বা জব নং, নকশার নাম, দৃশ্যের দাগ প্রভৃতি অঙ্কন করতে সাধারণত 3H ও HB পেন্সিল ব্যবহার করা হয়। সুতরাং এই নকশার



চিত্র ৬.৪ : সাক ও কামকরী পৌনর্ভাগ বা ইটিং বকলী।

সমুদয় দাগই পেন্সিল দ্বারা টানা হয়। তবে, এ কাজে পেন্সিলের অগ্রভাগ নকশা করে নিতে হয়; উহার অগ্রভাগ ভোঁতা হয়ে গেলে আবার যথেষ্ট পেন্সিলের ফলা সূঁচান করে নিতে হয়।

৬.৪ চিত্রে রাফ ও কার্যকরী পেন্সিলিং বা ইঙ্কিং নকশা দেখানো হয়েছে। অঙ্কন শিল্পীর হাত পাকা হলে রাফ পেন্সিলিং নকশাও কার্যকরী পেন্সিলিং নকশার মত নির্মিত হয়।

## ইঙ্কিং নকশা

প্ল্যাষ্টের যে নকশা ইঙ্কিং কালি দিয়ে সূচাক্রমে ও নির্খুঁতভাবে অঙ্কন করা হয়, উহাকে ইঙ্কিং নকশা বলে। সাধারণত প্ল্যাষ্ট নকশা প্রস্তুত করতে প্রথমতঃ পেন্সিলিং এবং পরে উহার উপর কালি দিয়ে ইঙ্কিং নকশা অঙ্কন করা হয়। আবার ফেব্রিকেরে অঙ্কনশিল্পীর হাত পাকা হলে অঙ্কন কাগজের উপর সরাসরি ইঙ্কিং নকশাও অঙ্কন করা হয়। কিন্তু বাস্তবিক নকশায় সাধারণত সবানবিন্যাসে প্ল্যাষ্টের ইঙ্কিং নকশা অঙ্কন করা হয় না।

ইঙ্কিং নকশায় পেন্সিলিং নকশার তুলনায় দাগগুলি সাধারণত মোটা ও বেশি কালো হয়। এই নকশায় কালির দাগের ভেতর দিয়ে কোন আলো ভেদ করে বাইরে যেতে পারে না, কারণ কালো জিনিস তাপ শোষণ করে। এজন্য জানরা শীতের দিনে কালো ও রঙিন জামাকাপড় গরমের দিনে সাদা অথবা হালকা রঙের জামাকাপড় পরিধান করে থাকি। সাধারণত নোকে কখনও সাপারন্তের কোটপ্যাট শীতের দিনে পরিধান করে না। ইঙ্কিং নকশায় ক্রোকোডাইল কলম এবং গাঢ় কালো কালি ব্যবহার করা হয়। এই কালি দিয়ে নকশা অঙ্কন করার সময় বেশ সাবধানতা অবলম্বন করতে হয়, যাতে কালি বেশি পড়ে অথবা ছড়িয়ে গিয়ে কার্যকরী নকশাটি নষ্ট করে না ফেলে। কালির তুল দাগগুলি মুছে ফেলতে সাদা পেন্সিলের কালি ব্যবহার করা হয়। ৬.৪ চিত্রে রাফ ও কার্যকরী ইঙ্কিং নকশা দেখানো হয়েছে।

## ট্রেসিং নকশা

কোন পুস্তক অথবা অঙ্কন-কাগজে অঙ্কিত মূল বা কার্যকরী নকশার উপরে ট্রেসিং কাগজ স্থাপন করে ইঙ্কিং কালি ও কলম দ্বারা যে নকশা অঙ্কন করা হয়, উহাকে ট্রেসিং নকশা বলে। ট্রেসিং কাগজকে অন্য কথায় 'তেলে কাগজ' (translucent paper) বলা হয়। কারণ, এই কাগজ বেশ পাতলা এবং উপরিভাগ



অনেকটা তৈলাক্ত মনে হয়। তাই বলে, উহাতে কালি দিয়ে দাগ দিলে মুছে যায় না, বরং ফুটে ওঠে। অত্যাড়া মূল নকশার উপর এই কাগজ স্থাপন করলে নকশাটি স্পষ্টভাবে দেখা যায়, ট্রেসিং কাগজ বাতে নড়াচড়া না করে সেজন্য উহার চারদিক 'কচটেপ' দ্বারা এঁটে নেয়া হয়। অতঃপর উক্ত কাগজের উপর



চিত্র ৬.৫ : মূল বা কার্যকরী নকশার উপরে ট্রেসিং কাগজে কালি দিয়ে অঙ্কিত ট্রেসিং নকশা।

স্কেল এবং ইন্সট্রিং কালির কলম দ্বারা দাগ কাটলে ট্রেসিং নকশা প্রস্তুত হয়। সুতরাং ট্রেসিং নকশা বনতে মূল বা কার্যকরী নকশার সম্ভাব্য নকল নকশা বুঝায়। মূল বা কার্যকরী নকশার উপরে ট্রেসিং কাগজে কালি দিয়ে অঙ্কিত ট্রেসিং নকশার নমুনা ৬.৫ চিত্রে দেখানো হয়েছে।

প্রকৃতপক্ষে, প্ল্যানশেটের মূল নকশা প্রস্তুতের দুটি ধাপ, ট্রেসিং নকশা প্রস্তুতের তিনটি ধাপ এবং নীল নকশা প্রস্তুত করলে চারটি ধাপে নকশা প্রস্তুত কার্য-সম্পন্ন করা হয়। সুতরাং ট্রেসিং নকশা প্রস্তুতের আগে পেন্সিলিং এবং ইন্সট্রিং নকশা অঙ্কন করার প্রয়োজন হয়। এই ট্রেসিং নকশা ভালভাবে সংরক্ষণ করা হয়, কারণ এম সাহায্যে প্ল্যানশেটের নীল নকশা প্রস্তুত করা হয়।

### নকশার নামকরণ

যে কোন নকশা অঙ্কন করারই একটি বিশেষ উদ্দেশ্য থাকে, আর প্ল্যানটি নকশার বেলারক্রে বটেই। নকশাটির মূল দৃশ্য অঙ্কন করলেই উহার উদ্দেশ্য

সফল হলে না, প্ল্যান্ট নকশা অঙ্কনের কতকগুলি ধাপ থাকে, যেমন - প্রথমতঃ অঙ্কন লাগজেন বাইরের রেখা অঙ্কন; জব অথবা প্রোজেক্ট নম্বর; জব অথবা প্রোজেক্টের নাম; মূল নকশা অঙ্কন এবং উহার যজ্ঞাংশের নাম, পরিমাপ, বাতুল প্রতীক প্রভৃতি নিষিদ্ধকরণ; অঙ্কন-পীঠের নিচের ডানদিকে একটি নির্দিষ্ট জায়গার মধ্যে কার দ্বারা নিরীক্ষিত তার স্বাক্ষর ও তারিখ থাকে; যার দ্বারা অঙ্কিত তার নাম ও ঠিকানা, অঙ্কনের তারিখ, ত্বনাকারীর নাম ও ঠিকানা প্রভৃতি বামদিকে থাকে।

পুত্রদ্বাং শিল্পীকে প্ল্যান্ট নকশা অঙ্কনের ওরূপে উপরিত্ত অঙ্কন কার্যের ধাপগুলি সম্পাদন করতে হয়। এই তথ্যগুলি উল্লেখ থাকলে প্ল্যান্ট নকশাটি দেখলেই বুঝা যাবে যে, উহা কি কাজে ব্যবহার হতে পারে। কোন বিশেষজ্ঞ দ্বারা উহা তুলনা ও নিরীক্ষিত করা হয় বলে উক্ত নকশা সর্বজনবিদিত হয়। আবার গুরুত্বপূর্ণ প্ল্যান্ট নকশাটি প্রস্তুত করতে যদি অদ্যক বা আধাদ্যক শিল্পী নিয়োগ করা হয়, অথবা শিল্পী গাফিলতি করে নকশাটি অঙ্কনে ভুল করে, এখানে উল্লিখিত রেকর্ড অনুযায়ী অঙ্কনশিল্পীকে জবাবদিহি করতে হতে পারে। কোন একটি প্ল্যান্টের নকশা যদি আধুনিক বিজ্ঞানসম্মত হয় এবং উক্ত প্ল্যান্ট স্থাপন ও পরিচালনায় সংস্থা লাভবান হলে, শারা পৃথিবীর লোক উহা অনুসরণ করতে পারে। তাই নির্ভুল নকশা ও উহার নামকরণের গুরুত্ব অপরিণীত।

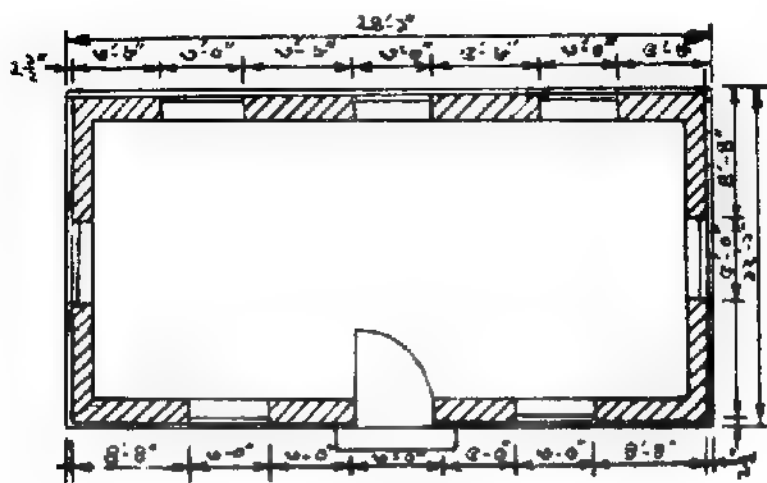
### প্ল্যান্টের লে-আউট নকশা

লে-আউট নকশা বলতে এমন নকশা বুঝায়, যা কোন দালানকোঠা, বহু-পাতি, বস্ত্র প্রভৃতির উপরের নকশা (top view) ও সম্মুখ এলিভেশন বা কতিত সম্মুখ এলিভেশন মিলে গঠিত হয়। আবার শুধু প্ল্যান বা উপরের নকশাকেও অনেক সময় লে-আউট বলা হয়। সেভাবে বলা যায়, প্ল্যান্টের লে-আউট নকশা বলতে প্ল্যান্টের প্ল্যান অথবা উহার প্ল্যান বা উপরের নকশা ও কতিত সম্মুখ এলিভেশন বুঝায়। আবার অনেক সময় কোন দালানকোঠার লে-আউট নকশায় উহার প্ল্যান ও সম্মুখ এলিভেশনের পাশে পাশে এলিভেশন একেও দেখানো হয়; তবে এই ধরনের লে-আউট লচরাচর ব্যবহার করা হয় না।

তবে দালানকোঠা, সম্মুখপাতি প্রভৃতি স্থাপন ও সংশোধনে ই নকশাগুলির মধ্যে যে নকশাগুলি দেখালে সম্পূর্ণ অংশ দেখানো হয়, লে-আউটে সেই নকশাগুলিই স্থান পায়।

(ক) **প্লান (Plan) :** কোন প্ল্যাণ্টের দালানকোঠা, যন্ত্র প্রভৃতি উপরের দিক থেকে লক্ষ্য করলে ভূমি সমান্তরালে যে নকশাটি পরিলক্ষিত হয়, উহাকেই প্ল্যান বা উপরের নকশা বলে। প্ল্যান বলতে সাধারণত উহাদের কতিপয় প্ল্যান বা উপরের নকশাকেই বুঝায়। কারণ দালানকোঠার উপরের দিক লক্ষ্য করলে এবং উহার ছাদ নমুন নমুন কর্তন করা না হলে দালানটির দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, জানালা ও দরজার স্থানসহ পরিমাপ, ফটক, বিভক্ত দেওয়াল, যন্ত্রপাতি স্থাপনের ক্ষেত্রফল প্রভৃতি দেখানো সম্ভব হয় না। কোন একটি সাধারণ দালান বা কোঠার প্লানে নিম্নলিখিত তথ্যাবলী অন্তর্ভুক্ত হয়, যেমন :

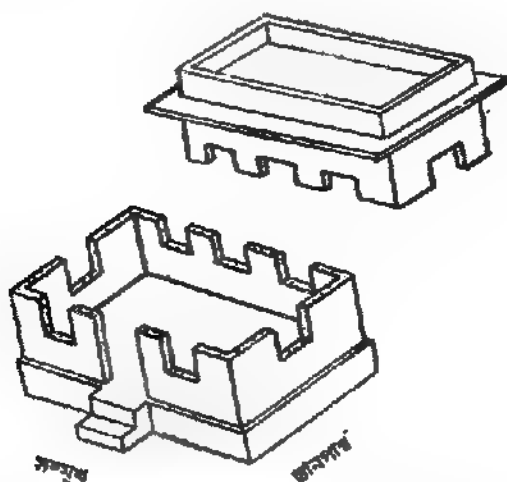
- (অ) ঘরের পরিমাপ ও আকৃতি (size and shape),
- (আ) দ্রব্যাদির প্রকার (type of materials),
- (ই) সম্পূর্ণ দালানটির আকৃতি (shape of building),
- (ঈ) দেওয়ালের পুরুত্ব (thickness of wall),
- (উ) দরজা, জানালা ও অন্যান্য যন্ত্রপাতি স্থাপনের এলাকা নির্দেশ (Location of doors, windows, equipments etc.)।



চিত্র ৬.৬ : একটি দালানের প্ল্যাণ্ট বা উপরের নকশা।

৬.৬ চিত্রে একটি সাধারণ বাড়ি বা ঘরের প্ল্যান বা উপরের নকশা অঙ্কন করে দেখানো হয়েছে। উক্ত দালানে দেওয়ালের যে অংশে কোন দরজা ও

জালানি দেই, সে স্থানে কোনো দাগ দিয়ে অথবা কর্তন দাগ (ভূমির সঙ্গে ৪২° কোণে লাইন টেনে) টেনে দেখানো হয়। এখানে উল্লেখ্য যে, কোন দালানকোঠার প্ল্যান বা উপরের নকশা অঙ্কন করার পূর্বে উহাকে বেঝে থেকে ৪ ফুট উপরে ভূমি সমান্তরালভাবে মনে মনে কর্তন করতে হয়। ৬.৭ চিত্রে উপরিউক্ত দালানটির এই কর্তিত নকশা বা প্ল্যানের পূর্ব পরিকল্পিত নকশা দেখানো হয়েছে। এই নকশাটি আইসোমেট্রিকভাবে অঙ্কন করা হয়েছে, যাতে দালানটির ৪ ফুট নিচের অংশটি পরিকারভাবে দেখা যায়।

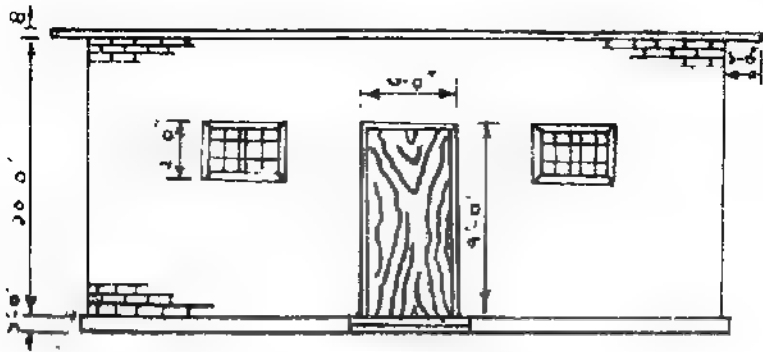


চিত্র ৬.৭ : একটি দালানের বেঝে থেকে ৪ ফুট উপরের কর্তিত আইসোমেট্রিক বা প্ল্যানের পূর্বপরিকল্পিত নকশা।

প্ল্যান বা উপরের নকশা অঙ্কনের মাধ্যমে যখন কোন দালানকোঠার সম্মুখ অংশ দেখানো হয়, সেই নকশাকে অনেক সময় লে-আউট প্ল্যান বা লে-আউট প্ল্যান নকশা বলা হয়।

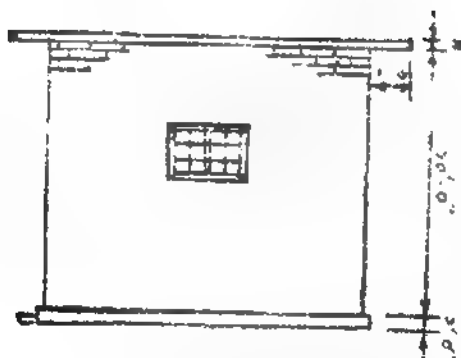
(খ) সম্মুখ এলিভেশন (Front elevation) : কোন দালানকোঠা, বস্তু অথবা মেশিনের সামনে দাঁড়ালে যে নকশা চোখের সামনে পরিলক্ষিত হয়, উহাকে সম্মুখ এলিভেশন বলা হয়। সম্মুখ এলিভেশনে মূল দৃশ্যটির দৈর্ঘ্য এবং উচ্চতা

পরিমিত হয়। সাধারণত প্ল্যান্ট নকশার শুধুমাত্র প্ল্যান্ট বা সম্মুখ এলিভেশন দেখালে লে-আউটের পরিপূর্ণতা আসে না। তাই প্ল্যানের নিচেই উহার দৈর্ঘ্যের পরিমাপ অনুসারে প্রোজেকশন রেখা টেনে সম্মুখ এলিভেশন অঙ্কন করা হয়। বাড়ি অথবা ঘরের সামনের দেওয়ালে যে কয়টি দরজা, জানালা এবং দেওয়ালের গাত্র ও ছাদে যে সকল যন্ত্রপাতির সংযোগ থাকে, সেই দৃশ্যমান বস্তুগুলিকে সম্মুখ এলিভেশনে পূর্ণ বা আংশিক পরিমাপে দেখা যায়। এই নকশায় ঘরটির মেঝের উচ্চতা, জানালা-দরজার দৈর্ঘ্য ও উচ্চতা, পৈঠা বা ধাপের দৈর্ঘ্য ও উচ্চতা, ছাদের দৈর্ঘ্য ও পুরুত্ব প্রভৃতি সম্মুখ এলিভেশনে স্পষ্টভাবে পরিমিত হয়। ৬'৮ চিত্রে একটি সাধারণ-দালানের সম্মুখ এলিভেশন দেখানো হয়েছে। এই নকশায় অনেক সময় দালানকোঠা অথবা বস্তাদির প্রতীকও প্রদর্শন করােনো হয়।



চিত্র ৬.৮ : একটি দালানের সম্মুখ নকশা।

(গ) পার্শ্ব এলিভেশন (Side elevation): কোন দালানকোঠা, বস্ত্র অথবা যন্ত্রাদির ডান অথবা বাম পার্শ্ব দাঁড়ালে যে নকশা চোখের সামনে ভেসে উঠে, উটাকে যথাক্রমে ডান পার্শ্ব এলিভেশন অথবা বামপার্শ্ব এলিভেশন বলে। যদি উভয় পার্শ্ব থেকে বস্তুটির একই প্রকার দৃশ্য পরিমিত হয়, তখন উটাকে সাধারণ পার্শ্ব এলিভেশন বলা হয়। তবে, যদি শুধু পার্শ্ব এলিভেশন অঙ্কন করতে বলা হয়, তখন উক্ত বস্তুটির ডান পার্শ্ব এলিভেশন অঙ্কন করলেই চলে।



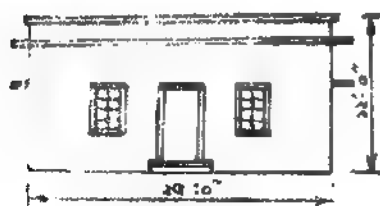
চিত্র ৬.২ : একটি দালানের পার্শ্ব নকশা।

সাধারণত পার্শ্ব এলিভেশনে বস্তুটির পক্ষের সমান দৈর্ঘ্য এবং উচ্চতাব সমান উচ্চতা স্থান পায়। সেজন্য কোন দালানকোঠার পার্শ্ব এলিভেশন আঁকতে হলে, তৃতীয় কোণের নকশা অঙ্কন পদ্ধতি অনুসারে উহাকে বস্তুটির সম্মুখ নকশার ডান অথবা বাম পার্শ্বের ভূমি সমান্তরালে স্থাপন করা হয়। ৬.৯ চিত্রে একটি দালানের পার্শ্ব এলিভেশন অঙ্কন করে দেখানো হয়েছে। দালানের অভ্যন্তর বা প্ল্যানের কক্ষে অবস্থিত যন্ত্রাদিকে দেখাতে হলে উহার কতিপয় এলিভেশন অঙ্কন করার দরকার হয়।

### উদাহরণ-১

একটি দালান বা ইमारতের দৈর্ঘ্য ২৪'-১'', প্রস্থ ১২'-১'' এবং উচ্চতা ১১'-৪''। উহার সামনের দিকের মাঝখানে একটি দরজা ও দুটি জানালা, পিছনের দিকে তিনটি জানালা এবং পার্শ্বে একটি করে জানালা আছে (দরজার পরিমাপ ৭'-০'' x ৩'-০'', জানালা ৩'-০'' x ২'-০'')। দালানটির দেওয়ানের পুরুত্ব ১০'', দেওয়াল থেকে ডোরা বা ভিতের বাড়তি ২৬'' করে, ডোরা বা ভিতের উচ্চতা ১'-০'', ছাদের পুরুত্ব ৪'', সিঁড়ি বা খাপের দৈর্ঘ্য ৪'-০'' এবং

উহার সংখ্যা দুটি। দেওয়াল থেকে ছাদের প্রান্তদেশ পর্যন্ত ১'-৬" এবং প্রয়োজন-বোধে অন্যান্য পরিমাপ পছন্দমত ধরে উক্ত দালানটির নে-আউট নকশা (প্ল্যান বা উপরের নকশা, সম্মুখ ও পার্শ্ব এনিভেশন প্রভৃতি) এঁকে দেখাও।



সম্মুখ এনিভেশন



প্ল্যান



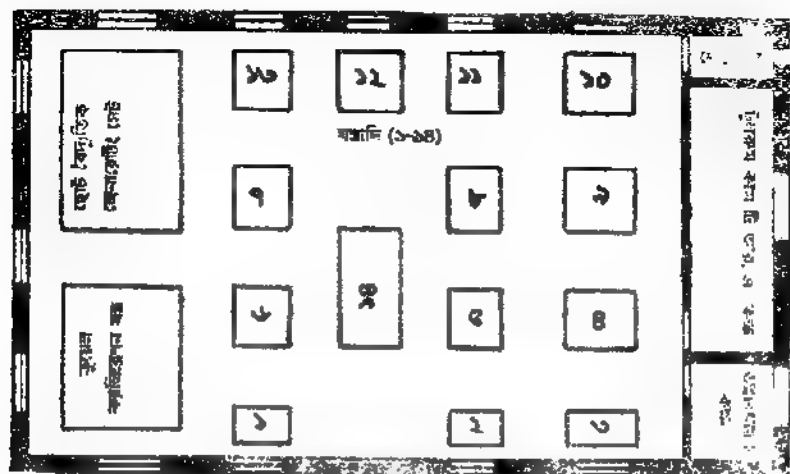
চিত্র ৬.১০ : একটি দালানের প্ল্যান, সম্মুখ ও পার্শ্ব এনিভেশন বা নে-আউট নকশা।

### উত্তর

৬.১০ চিত্রে উক্ত দালানটির নে-আউট নকশা দেখানো হয়েছে। এখানে কেবল, ৫' — ১' গ্রহণ বা চোখের আলোজের পরিমাপ নিয়ে কদ যায়।

উদাহরণ-২

ভোয়ার ইন্সটিটিউটের পাওয়ার শপের প্ল্যান ও সমুখ এনিভেশন অঙ্কন কর, যার পরিমাপ নিম্নরূপ: পাওয়ার শপের দৈর্ঘ্য  $১০০'-০'' \times$  প্রস্থ  $২৫' \times ০''$ । উহার সমুখদিকে একটি প্রধান গেট ও উত্তর পার্শ্বে তিনটি করে জানালা, বিপরীত দেওয়ালে সাতটি জানালা; শপের ডান পার্শ্বে শপ তত্ত্বাবধায়ক ও টুল বিতনকের (T. R. A) কক্ষ; উক্ত কক্ষের পরিমাপ  $২৫'-০'' \times ১০'-০''$ , মাঝখানে বিভক্ত দেওয়াল এবং প্রত্যেক কক্ষের সামনে একটি করে দরজা এবং জানালা ও পাশে একটি করে জানালা আছে। শপের বাম পার্শ্বে একই আকৃতির একটি এবং ছোট আকৃতির দুটি কক্ষ আছে, যার একটিতে জ্বালানি ইঞ্জিনের কার প্রবর্তন যন্ত্র ও শৌচাগার এবং অপর বড় কক্ষে ১০ কিলোওয়াট ক্ষমতাসম্পন্ন ডিমেল শক্তি উৎপাদন কেন্দ্রের একটি ইউনিট রয়েছে। প্রধান গেটের দৈর্ঘ্য  $১০'-০''$ , উচ্চতা  $১০'-০''$ , দরজা  $৭'-০'' \times ৬'-০''$ , জানালা  $৪'-০'' \times ৬'-০''$ , মেঝের উচ্চতা  $১'-০''$ । প্রধান গেট থেকে চালু বাপ, দেওয়াল থেকে তিনতর বাড়তি  $২২'$ , ছাদের পুরুত্ব  $৫'$  এবং দেওয়াল থেকে বাড়তি  $১'-৬''$ । দালানের বাদবাকী প্রয়োজনীয় পরিমাপ প্রয়োজন মোতাবেক।



চিত্র ৬.১১ : একটি আধুনিক পাওয়ার শপের লে-আউট নকশা।

উক্ত শপের বাম পার্শ্বে তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের চুল্লীর চিমনি রয়েছে (এই স্বাভাবিক পরিমাপে নিতে হবে)। ছাদ থেকে চিমনির উচ্চতা ১০ ফুট।





ব্যাস ১০" এবং উপরে কৌণিক ঢাকনা বসেছে। বাম পাশের দেওয়ালে ডিজেল বিদ্যুৎ কেন্দ্রের সাইনেন্সার পাইপের সংযোগ রয়েছে, বাম দৈর্ঘ্য দুই ফুট এবং ব্যাস ৪"। পিছনের দেওয়ালে কন্ডেন্সরের শীতলীকরণ পানির গ্রহণ ও নির্গমন পানির লাইন রয়েছে। এছাড়া শপে মোটরঘানের চেসিস ও বডি, বিবোধিত যন্ত্রাংশ, ছিটকরণ যন্ত্র, বোরিং যন্ত্র, হোলিং যন্ত্র, ক্র্যাঙ্কশ্যাফট গ্রাইন্ডার, অশ্লক্ষযন্ত্র। পরীক্ষাকরণ যন্ত্র, বডেল স্নাকিত দুটি আলনারি, ডলকানাইজিং ও বাতাস সঙ্কোচন যন্ত্রের সেট এবং শপের মাঝামাঝি একটি স্থানে শ্রেণীকক্ষের আসবাবপত্র রয়েছে।

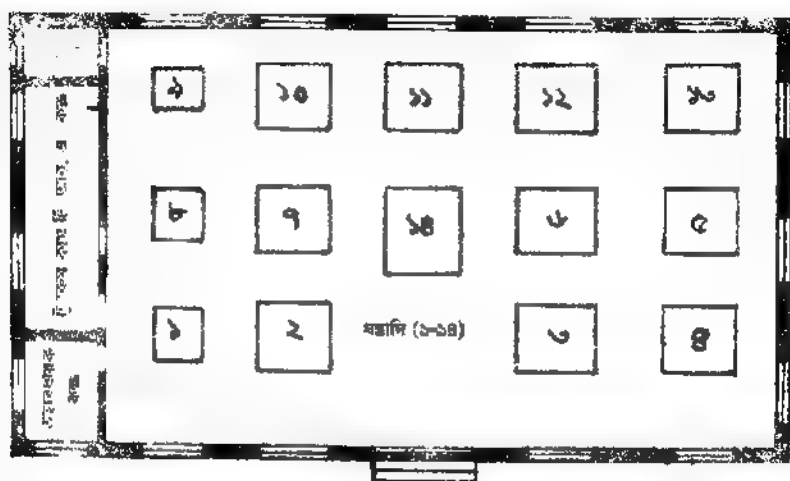
### উত্তর

৬.১১ চিত্রে পলিটেকনিক ইন্সটিটিউটের একটি আধুনিক পাওয়ার শপের লে-আউট নকশা (প্ল্যান ও সন্মুখ এলিভেশন) একে দেখানো হয়েছে।

শপের লে-আউট আঁকিতে হলে নোটসুটি চোখের আন্দাজে পরিমাপ নিয়ে করতে হবে। আর স্কেল ধরে করলে স্কেল অনুমানিক  $১০' = ১"$  গ্রহণ করা যায়।

### উদাহরণ-৩

একটি ফার্ম-শপের লে-আউট নকশা অঙ্কন কব, বাম সামনের দিকে একটি 'ভাঁজকরণ গেট' (collapsible gate) ও দুটি করে জানালা। পিছনের দিকে পাঁচটি



চিত্র ৬.১২ : একটি ফার্ম-শপের লে-আউট নকশা।

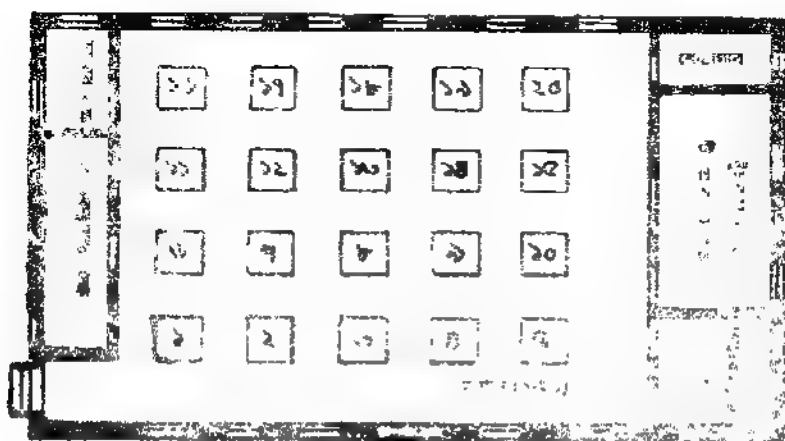
জানাল, শপের বাম পার্শ্বে টুলবিতরক ও শপ তত্ত্বাবধায়কের কক্ষ; ডান পার্শ্বে ইনস্পেক্টর টেস্টার কক্ষ, শিককবুন্দের কক্ষ, শৌচাগার ও ভাণ্ডার কক্ষ রয়েছে। শপের দৈর্ঘ্য ৭০ ফুট এবং প্রস্থ ২৫ ফুট এবং অন্যান্য পরিমাপ স্বাভাবিক মত। শপের মধ্যে একটি ট্রাক্টব, তিনটি পাওয়ার চিলার, একটি বাতাস স্কোচন যন্ত্রের ইউনিট, গ্রাইডিং যন্ত্র, খোলা যন্ত্রাংশের টেবিল এবং এক পার্শ্বে শ্রেণীকক্ষ রয়েছে।

## উত্তর

৬.১২ চিত্রে একটি ফার্ম-শপের লে-আউট নকশা এঁকে দেখানো হয়েছে। ফেল আদ্যাক্স মোতাবেক নিতে হবে।

## উদাহরণ-৪

একটি আধুনিক যান্ত্রিক শপ অঙ্কন কর, যার সারনের দিকে একটি কনাপ-সিবল গেট ও উভয় পার্শ্বে তিনটি করে জানালা, পিছনের দেওয়ালে সাতটি জানালা,



চিত্র ৬.১৩: একটি আধুনিক যান্ত্রিক শপের লে-আউট নকশা।

শপের ডান পার্শ্বে শপ তত্ত্বাবধায়ক ও শিককবুন্দের কক্ষ এবং তার পাশে শৌচাগার, শপের বাম পার্শ্বে টুল ও টুল বিতরকের কক্ষ এবং ভাণ্ডার কক্ষ রয়েছে। উক্ত শপের মোটামুটি পরিমাপের মধ্যে উহার দৈর্ঘ্য ৯০ ফুট ও প্রস্থ ৩০ ফুট এবং অন্যান্য পরিমাপ পছন্দ মোতাবেক নিতে হবে।

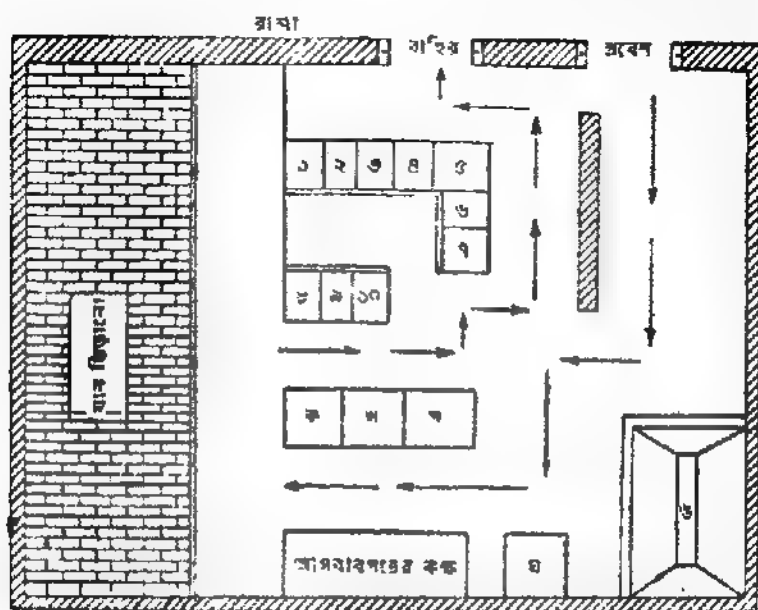
শপট্টির মধ্যে চারটি লাইনে সর্বমোট  $৮ \times ৪ = ৩২$ টি সৈদবস্ত্র, একপাশে একটি মিলিং যন্ত্র, একটি পেপার যন্ত্র, দুটি ছিঁকরন যন্ত্র, দুটি গ্রাইন্ডিং যন্ত্র এবং অপর পাশে দুটি বড় কাটার যন্ত্র, একটি বাতবপাত কাটার যন্ত্র, প্রভৃতি স্থাপন করা হয়েছে। শপের উভয় প্রান্তের সংলগ্ন বর্ধাজে ছোট-বড় দুটি এবং তিনটি কক্ষে রাখা হয়েছে। উক্ত পাঁচটি কক্ষের মধ্যে একটি শপ তত্ত্বাবধায়ক, একটি শিক্ষকবৃন্দ, একটি টুল ও টুল বিতরক, একটি ভাণ্ডার কক্ষ ও অপরটি শৌচাগার হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

### উত্তর

৬.১৩ চিত্রে একটি আধুনিক বাস্তবিক শপের নে-আউট এঁকে দেখানো হয়েছে। স্কেন আশ্রয় মোড়াবেক নিতে, হবেন।

### উদাহরণ-৫

একটি আধুনিক গ্যারেজের নে-আউট নকশা অঙ্কন কর, যার সামনের দিকে ৫০ ফুট দূরে বড় সড়ক পথ রয়েছে। একটি পথ দিয়ে যানবাহন গ্যারেজের



চিত্র ৬.১৪ : একটি আধুনিক গ্যারেজের প্রাণ বা নে-আউট নকশা।

সামনে আসতে এবং অপর পথ দিয়ে বেরিয়ে সাবার ব্যবস্থা থাকে। গ্যারেজের সামনে যানবাহন পার্কিং করার ব্যবস্থা আছে।

গ্যারেজটির মূল দালানটির মোটামুটি পরিমাপ হলো, দৈর্ঘ্য ১০০'-০" × প্রস্থ ৫০'-০", উহার সামনে ১২'-০" × ১২'-০" ছয়টি কলামগুলি গোট, পিছনের দিকে ১০'-০" × ১০'-০" পরিমাপের ১০টি কক্ষ রয়েছে; যাতে বিভিন্ন যন্ত্রপাতি ও টুল কক্ষ, স্যানিটারি ও শৌচাগার, অফিস কক্ষ, চিত্রবিনোদন কক্ষ এবং একটি শ্রমকক্ষ রয়েছে। গ্যারেজের পার্শ্ব দেওয়ান সংলগ্ন হালকা ও ভারী ধরনের যন্ত্রপাতি যেমন হোনিং যন্ত্র, বোরিং যন্ত্র, লেনব্রা, ছিদ্রকরণ যন্ত্র, গ্রাইন্ডিং যন্ত্র, ভাল্ভ রিফেচিং যন্ত্র, ইন্ট্রিন পরীক্ষণ যন্ত্র, বাতাস সঙ্কোচন যন্ত্র, বায়ুরী চার্জার প্রভৃতি রয়েছে। যান পার্কিং স্থানের একদিকে একটি ধৌতকরণ (washing bay) এবং একটি টায়ার চিটব সেরাসত যন্ত্রও রয়েছে। গ্যারেজটির সামনের গোলচক্রে একটি কুলের বাগানও রয়েছে। যন্ত্রটির পার্শ্ব দেওয়ালে দুট কবে জানালা আছে এবং বে পরিমাপগুলোর উল্লেখ নেই, সেগুলো পরিমাণহীন নিতে হবে। এখানে উল্লেখ্য যে, গ্যারেজের লে-আউট নকশা অঙ্কনের ক্ষেত্রে শুধুমাত্র উহার প্ল্যান বা উপরের কতিপয় নকশা অঙ্কন করলেই চলে।

## উত্তর

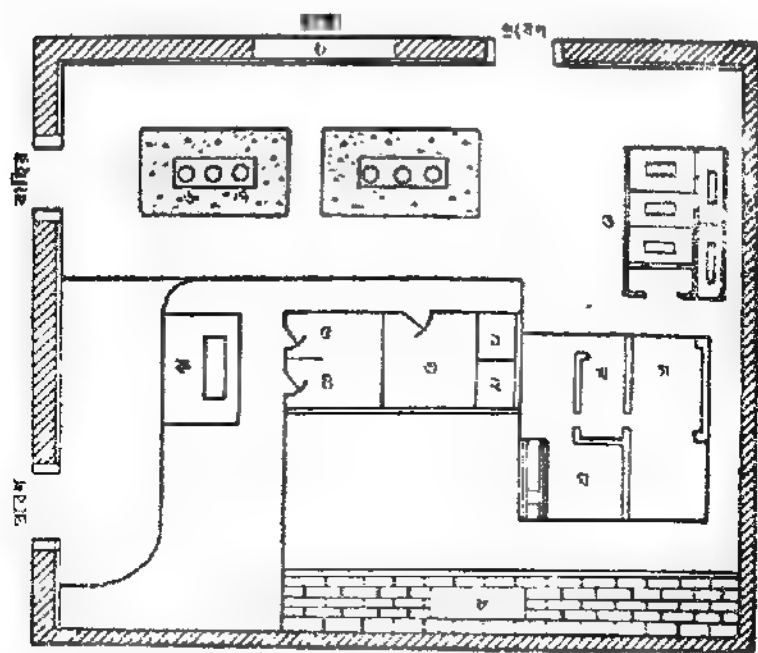
৬ ১৪ চিত্রে একটি আধুনিক গ্যারেজের লে-আউট নকশা দেখানো হয়েছে। গ্যারেজের এলাকার পরিমাপ মোটামুটিভাবে নিয়ে করলেই চলবে।

## উদাহরণ-৬

একটি আধুনিক স্যানিট স্টেশনের লে-আউট নকশা বা প্ল্যান অঙ্কন করা বড় রাস্তা ও শাখা রাস্তার মোড় এবং শহরস্থিত স্থানে অবস্থিত।

স্যানিট স্টেশনটি বড় রাস্তা থেকে ১০০ ফুট দূরে অবস্থিত এবং বড় রাস্তা থেকে স্যানিট স্টেশনে যানবাহন প্রবেশ ও প্রস্থান করার জন্য U-আকৃতির দুটি নিজস্ব রাস্তা আছে। স্যানিট স্টেশনের মূল দালানটির সামনে ফিলিং স্টেশন রয়েছে, যেখানে পেট্রোল ও ডিজেল পাম্প, কান পার্শ্ব অগ্নিনির্বাপন যন্ত্র ও দ্রব্যাদি এবং যানবাহন পার্কিং-এর স্থান, ডান পার্শ্ব ধৌতকরণ বে (washing bay), ও চাকার হাওয়া প্রয়োগ প্ল্যান্ট আছে। মূল দালানটির দৈর্ঘ্য ৬০'-০" ও প্রস্থ ৩০'-০"। উহার মোট ছয়টি কক্ষ রয়েছে। অফিস কক্ষটির সামনে ৬ পার্শ্ব বাচের দেওয়াল আছে। তার পাশের ঘরটিতে পিচ্ছিলকরণ তেল,

গ্রীষ্ম, শ্রেক অয়েল, গিয়ার অয়েল প্রভৃতির ভাণ্ডার কক্ষ। একটি শয়ন কক্ষ, একটি চিত্তবিনোদন কক্ষ, একটি শৌচাগার ও স্নানাগার এবং অপর কক্ষটি সাধারণ ভাণ্ডার কক্ষ। সার্ভিস স্টেশনের পিছনের দিকে একটি সুইমিং পুলও রয়েছে। সার্ভিস স্টেশনের সামনের গোলচত্বরে একটি সুদৃশ্য ফুলের বাগান আছে।



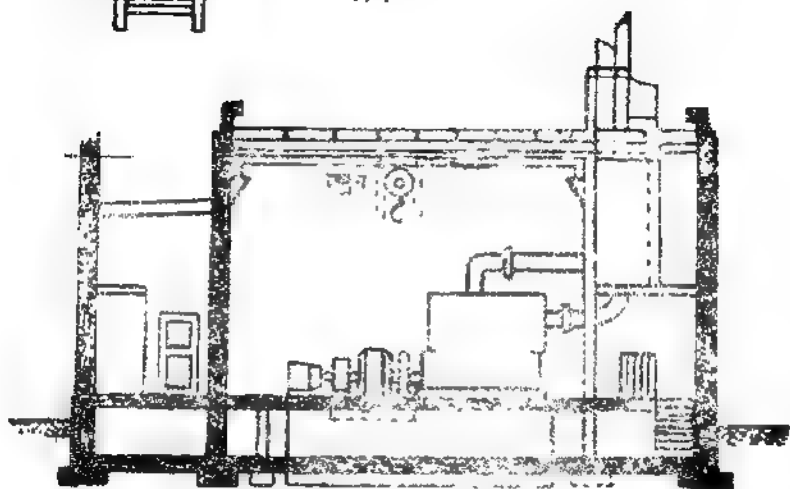
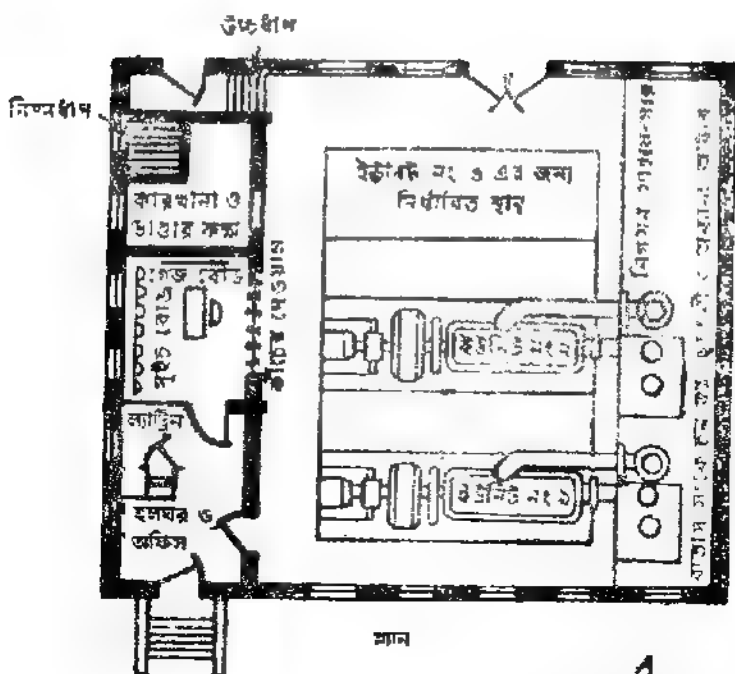
চিত্র ৬.১৫ : একটি আধুনিক সার্ভিস স্টেশনের লে-আউট নকশা।



৬.১৫ চিত্রে একটি আধুনিক সার্ভিস স্টেশনের লে-আউট নকশা বা প্ল্যান অঙ্কন করে দেখানো হয়েছে। এই ধরনের সার্ভিস স্টেশনকে অন্য কথায় ফিলিং স্টেশন নামেও আখ্যায়িত করা হয়।

### শক্তি উৎপাদন কেন্দ্রের লে-আউট নকশা

শক্তি উৎপাদন কেন্দ্র স্থাপন করার সময় উহার প্ল্যান বা উপরে নকশা এবং সমুখ নকশা প্রদর্শনের প্রয়োজন হয়, উহাকেই শক্তি উৎপাদন কেন্দ্রের লে-আউট বলা হয়।



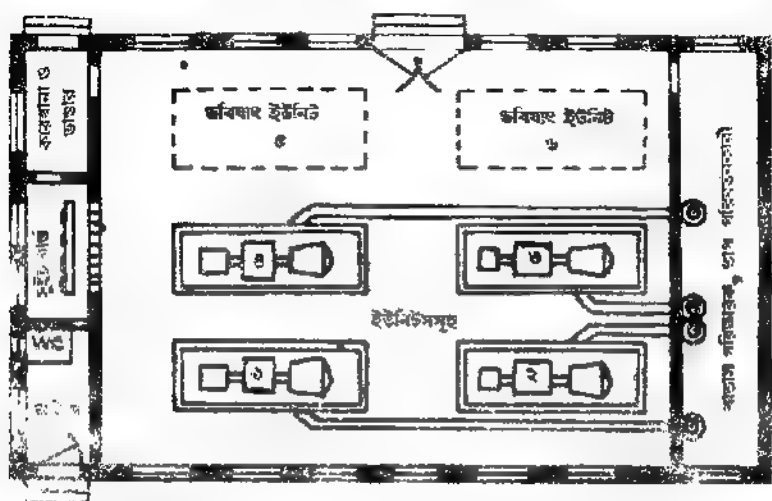
চিত্র ৬ ১৬: একটি বৃহৎ ইউনিটবিশিষ্ট ডিফেন্স বিশ্ববিদ্যালয়ের প্রিন্টিং নকশা।

বাংলাদেশে ডিজেল বিদ্যুৎ কেন্দ্র, গ্যাস-টারবাইন বিদ্যুৎ কেন্দ্র, তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্র এবং পানিবিদ্যুৎ কেন্দ্র রয়েছে; একটি পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্রও ব্যবহারের আওতায় আসছে। তাই, নিম্নে একে একে এই ধরনের শক্তি উৎপাদন কেন্দ্রের নে-আউট নকশা অঙ্কন করে দেখানো হয়েছে।

(ক) ডিজেল বিদ্যুৎ কেন্দ্র : একটি ডিজেল শক্তি উৎপাদন কেন্দ্রের নে-আউট নকশা অঙ্কন করতে হবে যাতে প্ল্যান ও সম্মুখ নকশা থাকতে হবে। উক্ত বিদ্যুৎ কেন্দ্রের দুটি ইউনিট চানু রয়েছে এবং ভবিষ্যতে অপর একটি ইউনিট স্থাপনের নির্দিষ্ট জায়গা ও অপরপাশ স্বযোগ-সুবিধাও থাকতে হবে।

৬.১৬ চিত্রে একটি দুই-ইউনিটবিশিষ্ট (ভবিষ্যৎ ইউনিটের জায়গাসহ) ডিজেল বিদ্যুৎ কেন্দ্রের নে-আউট নকশা এঁকে দেখানো হয়েছে। এই নে-আউট নকশা অন্যান্য নে-আউট নকশা থেকে কিছুটা ভিন্নতর। ইহাতে যন্ত্রপাতি স্থাপনের স্থান এবং সংযোগের আকৃতি ও প্রকৃতি দেখানো হয়।

(খ) গ্যাস-টারবাইন বিদ্যুৎ কেন্দ্র : একটি গ্যাস-টারবাইন বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রের নে-আউট নকশা অঙ্কন করতে হবে, যাতে একটি ইউনিট কাজ করছে

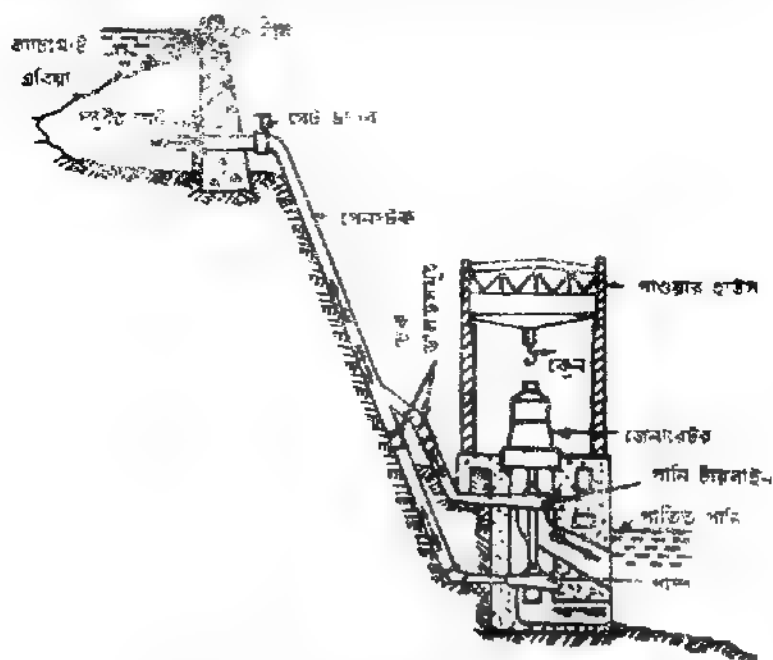


চিত্র ৬.১৭: একটি গ্যাস-টারবাইন বিদ্যুৎ-কেন্দ্রের নে-আউট নকশা।

এবং আরেকটি ইউনিট স্থাপনের জায়গা দেখাতে হবে। তদুপরি এই নকশায় প্ল্যান্ট পরিচালনার অন্যান্য স্বযোগ-সুবিধাও স্থান নির্দেশ করতে হবে।

৬.১৭ চিত্রে একটি গ্যাস-টারবাইন বিদ্যুৎ কেন্দ্রের লে-আউট অঙ্কন করে দেখানো হয়েছে, যাতে একটি ইউনিটের সংযোগ অবস্থা এবং ভবিষ্যৎ ইউনিটের জায়গা নির্দিষ্ট রয়েছে। এই প্ল্যান্টের লে-আউট নকশাতে শুধুমাত্র প্ল্যান দেখানো হয়েছে।

(গ) পানিবিদ্যুৎ কেন্দ্রের লে-আউট নকশা : একটি পানিবিদ্যুৎ কেন্দ্রের লে-আউট নকশা অঙ্কন করতে হবে, যেখানে প্ল্যান্টের মূল পানির আধারের পানির হেড বাড়ানোর জন্য টারবাইন শ্যাফটের সঙ্গে একটি পাম্প শ্যাফটের সংযোগ থাকে, যদিও টারবাইন ও পাম্প একই সঙ্গে কাজ করে না।



চিত্র ৬.১৮: একটি পানিবিদ্যুৎ কেন্দ্রের লে-আউট নকশা।

৬.১৮ চিত্রে একটি পানিবিদ্যুৎ কেন্দ্রের লে-আউট নকশা এঁকে দেখানো হয়েছে, যাতে টারবাইন শ্যাফটের সঙ্গে পাম্প শ্যাফটেরও সংযোগ রয়েছে। এখানে উল্লেখ্য যে, যখন টারবাইন কাজ করে, তখন পাম্প নাইলের চেক ভল্ভ বন্ধ অবস্থায় রাখা হয়। ফলে টারবাইন শ্যাফটের সঙ্গে পাম্প ঘুরনেও টুকা পন্ডি উঠানোর কাজ করতে পারে না। যখন বাঁধে পানির হেড বাড়ানোর প্রয়োজন

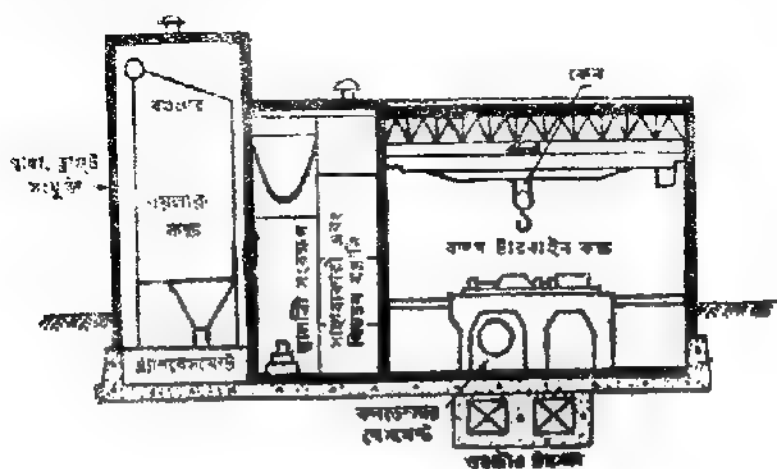




হয়, তখন টারবাইনে পানি প্রবাহের চেক-ভাল্ভ বন্ধ রাখা হয় এবং জেনারেটরকে মোটর হিসেবে কাজ করানোর জন্য উহাতে বিদ্যুৎ শক্তি সরবরাহ করা হয় ফলে, উহা দ্বারা টারবাইন ও পাম্প যোজে এবং তখন পাম্পের চেক-ভাল্ভ খোলা থাকে বলে উহা দ্বারা পানি বাঁকীপ্রাপ্ত হয়ে চেক-ভাল্ভের মাধ্যমে বাঁধের আশারে যায় এবং এভাবে পানির হেড বাড়ার।

(ঘ) তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের নে-আউট নকশা : একটি তাপ বা বাষ্প-বিদ্যুৎ কেন্দ্রের নে-আউট নকশা অঙ্কন কর, যাতে পানির উৎস থেকে বিদ্যুৎ উৎপাদন যন্ত্র পর্যন্ত সকল যন্ত্রাঙ্গের সংযোগ থাকতে হবে। তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের যন্ত্রাঙ্গ ও আনুষঙ্গিক যন্ত্রপাতির সংখ্যা অন্যান্য সকল প্ল্যান্ট অপেক্ষা বেশি, তাই এই নকশায় কোন দালালকোঠা অঙ্কনের প্রকার নেই।

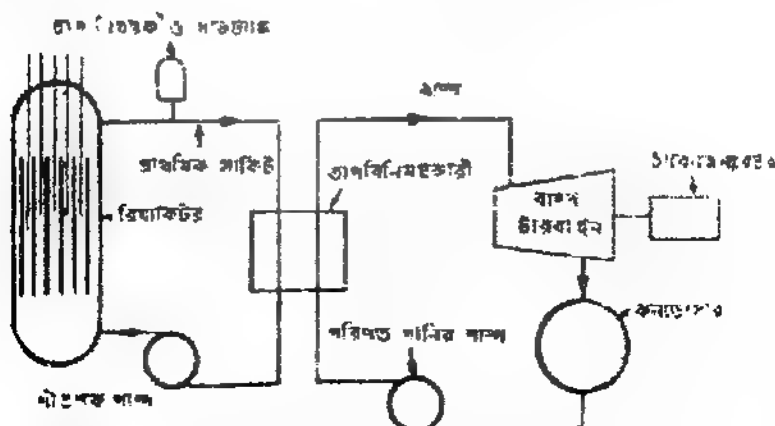
৬.১৯ চিত্রে একটি কবলা-ব্যবহৃত তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের ব্যবস্থাপনার নে-আউট নকশা এঁকে দেখানো হয়েছে। তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের মূল যন্ত্রাংশকে দালানের মধ্যে দেখিয়ে উহার নে-আউট নকশা অঙ্কন করা যায়, যা ৬.২০ চিত্রে দেখানো



চিত্র ৬.২০ : তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের নে-আউট নকশা ।

হয়েছে। এই নকশার প্ল্যান্টের দালানের মধ্যে গ্যাসারের বাষ্প লাইনের সঙ্গে বাষ্প-টারবাইন ও জেনারেটরের সংযোগ দেখানো হয়েছে এবং অন্যান্য যন্ত্রাঙ্গ ও সাহায্যকারী যন্ত্রাংশকে প্ল্যান্টের দালানের বাইরে রাখা হয়েছে।

(৩) পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্রের লে-আউট নকশা : প্রকৃতপক্ষে পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের নামান্তর মাত্র এবং ইহাতে পারমাণবিক জ্বালানি ব্যবহৃত হয়। তাই তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের সঙ্গে ইহার কিছু পার্থক্য রয়েছে বিষয় একটি পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্রের ব্যবস্থাপনার লে-আউট নকশা অঙ্কন করে দেখাও।



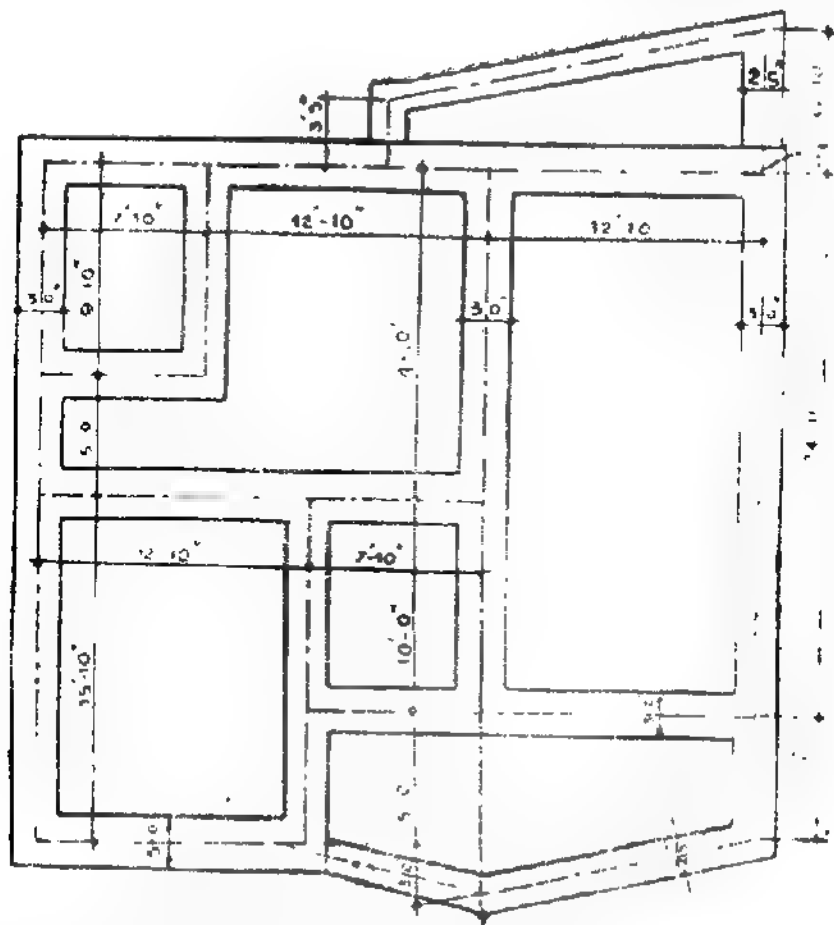
চিত্র ৬.২১ : একটি পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্রের ব্যবস্থাপনার লে-আউট নকশা

৬.২১ চিত্রে একটি পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্রের ব্যবস্থাপনার লে-আউট নকশা অঙ্কন করে দেখানো হলো। পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্রে রিয়াক্টরের মধ্যে পারমাণবিক জ্বালানির শৃঙ্খল-বিক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করা কঠিন এবং ইহার তেজস্ক্রিয়তা মারাত্মক বিষয়। প্ল্যাণ্টের দালান থেকে ইহার অবস্থান একটু দূরে থাকে। শুধু এই চরুপীতে যে তাপ উৎপন্ন হয়, তাপবিনিময়কারী বা বয়লারে এই তাপের পরোক্ষ সংস্পর্শে পানি বাষ্পে পরিণত হয়। ফলে, বয়লার থেকে শক্তি উৎপাদন যন্ত্রের মধ্যে এই প্ল্যাণ্ট ও তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের মাঝে ভুলনাশুলকভাবে কোন পার্থক্য নেই। তাই, দালানের মধ্যে পারমাণবিক কেন্দ্রের লে-আউট নকশা দেখালে ইহা তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের ৬.২০ চিত্রে লে-আউটের মতই দেখাবে।

### ভিত্তি স্থাপনের লে-আউট নকশা

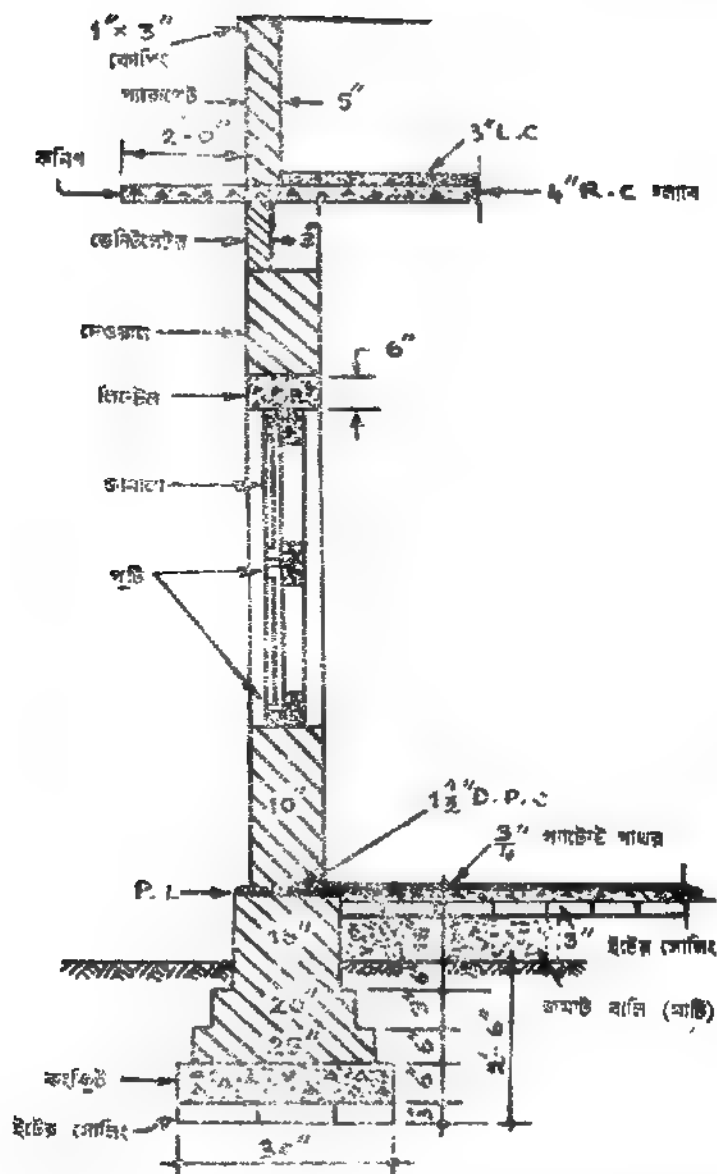
কোন প্ল্যাণ্টের দালানকোঠা স্থাপনের শুরুতে যে নকশা অঙ্কনের প্রয়োজন হয়, উহাকে ভিত্তি স্থাপনের লে-আউট নকশা বলে। দালানকোঠা নির্মাণের জন্য

প্রথমে দালানের পরিমাপের প্রাচীন বা উপরের নকশা মোতাবেক ভিত্তি স্থাপনের খনন কার্য সম্পাদন করা হয়। ভিত্তিপ্রস্তরের নিচের অংশ যদি ৩০' ইঞ্চি চওড়া হয়, তাহলে খনন ক্ষেত্রটিও ৩০' ইঞ্চির কিছু বেশি চওড়া হতে হবে ভিত্তি স্থাপনের খনন কার্য ও দালানকোঠা প্রস্তুত করতে দক্ষ জনশক্তির প্রয়োজন।



চিত্র ৬.২২ প্রাচীন বা ভিত্তিস্থাপনের বে-সাইট নকশা।

হয় এবং খনন ক্ষেত্রটি যাতে ঝাঁড়া ও নির্দিষ্ট পরিমাপের হয়, সেদিকে খেয়াল রাখতে হয়। খনন কার্যের পূর্বে তাই নির্দিষ্ট পরিমাপ অনুযায়ী দালানের সীমা নির্দিষ্ট



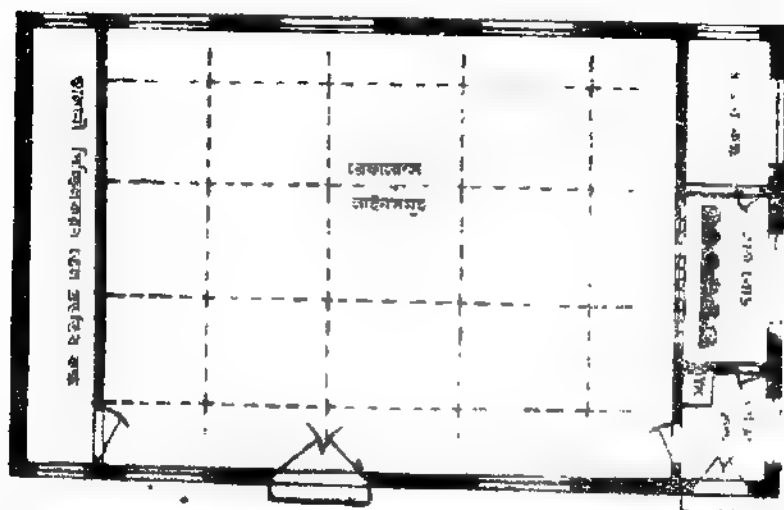
চিত্র ৬.২০: ভিত্তিপ্রস্তর স্থাপন এবং টায়ার উপর প্রস্তুত পাশ-বেওয়ারের পর্যবেক্ষণ।

করে খুঁটি পুঁতে সেখানে দড়ি টাঙ্গানো হয়। ভিত্তিপ্রস্তরের কেন্দ্রবিন্দুকেই দেওয়ানের কেন্দ্রবিন্দু হিসেবে চিহ্নিত করা হয়। ৬.২২ চিত্রে একটি দালানের ভিত্তি স্থাপনের প্ল্যান বা লে-আউট নকশা এঁকে দেখানো হয়েছে।

ভিত্তি স্থাপনের খননকার্য শেষ হলে ভিত্তিপ্রস্তর স্থাপন ও পাথর-দেওয়ানসহ দালানের অন্যান্য কার্য-সম্পাদনের পদক্ষেপ গ্রহণ করা হয়। ৬.২৩ চিত্রে একটি দালানের ভিত্তিপ্রস্তর স্থাপন এবং উহার উপর তৈরি পাথর-দেওয়ানের পরিমাপ ও পূর্ণ তথ্যসহ উল্লেখ করা হয়েছে। যে কোন দালানকোঠা নির্মাণের কাজে এই ধরনের ভিত্তি স্থাপন এবং উহার উপর ইটের সোলিং, ঢালাই ইটের গাঁথুনি কাজ, মেঝে প্রস্তুত, জানালা, দরজা ও ভেন্টিলেটর সংযুক্তকরণ, কানিস, প্যারাপেট, কোপিং, ছাদ ও জলছাদ প্রভৃতি প্রস্তুতের কাঙ্ক্ষাবলী সম্পাদন করা হয়। তবে, বহুতল ও মজবুত দালানকোঠা নির্মাণের জন্য আরও দৃষ্টের ও প্রশস্ত ভিত্তিপ্রস্তর ব্যবহার করা হয়।

### লে-আউট নকশায় রেকারেশন লাইনের ব্যবহার

কোন কারখানা, শক্তি উৎপাদন কেন্দ্র, শপ অথবা পরীক্ষাগার প্রভৃতি শালান-কোঠা প্রস্তুতের পর উহার মেঝে, দেওয়ান ও ছাদে বিভিন্ন প্রকার বার্ষিক ও বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি স্থাপন ও সংযোজন কার্য সম্পাদন করা হয়। এই শালান



চিত্র ৬.২৪ : একটি পাওয়ার শপে যন্ত্রপাতি স্থাপনের জন্য রেকারেশন লাইন।

মেঝে, দেওয়াল অথবা ছাদে যন্ত্রাদি স্থাপনের জন্য যে দাগ টেনে উহার কেন্দ্র-বিন্দু নির্ধারণ করা হয়, উক্ত কেন্দ্রবিন্দুর দাগ বা দাগসমূহকে রেফারেন্স লাইন (reference line) বলা হয়। ৬.২৪ চিত্রে একটি পাওয়ার শপের লে-আউট নকশায় মধ্যে বিভিন্ন যন্ত্রপাতি স্থাপনের জন্য রেফারেন্স লাইনের ব্যবহার দেখানো হয়েছে।

রেফারেন্স লাইনের নির্দেশ মোতাবেক যন্ত্রপাতি স্থাপন করা হলে প্ল্যানট পারিচালনা ও ব্যবস্থাপনার কাজে সুবিধা হয়, অন্যথায় এই লাইন ব্যতিরেকে এসোপাথাউডভাবে যন্ত্রপাতি স্থাপন করলে চমকেবা ও কান্ডে-কর্মে প্রচণ্ড অসুবিধা হয়; যা পরবর্তীতে যে কোন বকম দুর্ঘটনা ঘটতে পারে। দেওয়াল অথবা ছাদে একই বকম রেফারেন্স লাইন টেনে যন্ত্রাদির যন্ত্রাংশ সংযোজন ও বৈদ্যুতিক সংযোগের কার্য সম্পাদন করা হয়।

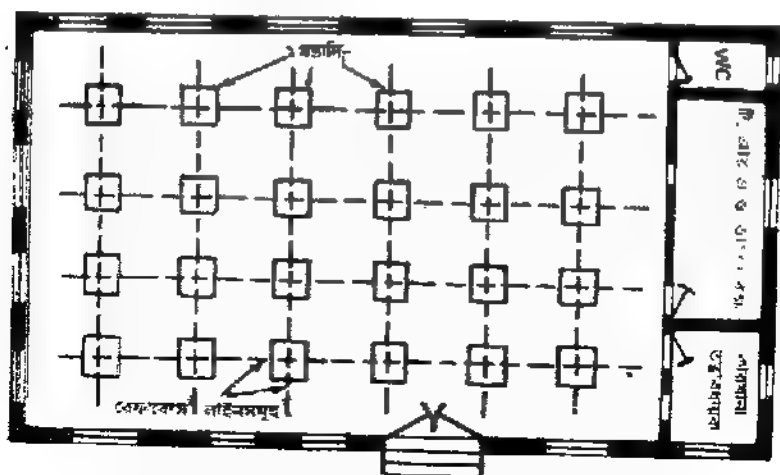
### সংস্থাপন নকশা (Installation drawing)

এই ধরনের বিভিন্ন নকশাদি নিম্নরূপ :

(ক) যান্ত্রিক যন্ত্রাদি স্থাপনের নকশা : কোন যান্ত্রিক কারখানা অথবা প্ল্যান্টের মেঝে এবং অন্যান্য স্থানে রেফারেন্স লাইন টেনে যান্ত্রিক যন্ত্রাদি স্থাপন করা হয় এবং এই যন্ত্রাদি স্থাপনে যে নকশা অনুসরণ করা হয়, তাকে যান্ত্রিক যন্ত্রাদি স্থাপনের নকশা বলা হয়। যান্ত্রিক যন্ত্রাদি বলতে ইঞ্জিন, ছিদ্রকরণ যন্ত্র, কদাত-কল, গ্রাইন্ডিং যন্ত্র, হোনিং যন্ত্র, বোরিং যন্ত্র, ইঞ্জিন পরীক্ষণ যন্ত্র, ইনজেক্টর পরীক্ষণ যন্ত্র, পাম্প, টারবাইন প্রভৃতি বুঝায়। এই যন্ত্রাদি একটি বড় শপের মধ্যে স্থাপন করতে নির্দিষ্ট লাইন অনুসরণ করা হয়। তাছাড়া একই ধরনের যন্ত্রাদি একাধিক হলে উহাদেরকে নির্দিষ্ট দূরত্ব বজায় রেখে পাশাপাশি স্থাপন করা হয়।

যান্ত্রিক যন্ত্রাদির ওজন, ক্ষমতা, ঘূর্ণনগতি আকৃতি ও প্রকৃতি প্রভৃতি বিবেচনা করে স্থাপন করার জন্য বিভিন্ন আকৃতির ভিত্তিপ্রস্তর, ধারক, নাট ও বোল্ট প্রভৃতি ব্যবহার করা হয়। যে যন্ত্রাদি ঘূর্ণনে অধিক কম্পন হয় সেগুলোর জন্য ভিত্তিপ্রস্তর ও ধারক তত বেশি গভীর হওয়া বাঞ্ছনীয়। জোট ও কম ক্ষমতার যন্ত্রাদি অনেক সময় কাঁচের টেবিলের উপরেও স্থাপন করা চলে, আবার কতকগুলিকে কংক্রিটের ভিত্তি প্রস্তুত করে নাট-বোল্টের মাধ্যমে দেখানো স্থাপন করা হয়। ৬.২৫ চিত্রে একটি কারখানা অথবা শপে রেফারেন্স লাইনের মাধ্যমে কিছু যন্ত্রপাতি স্থাপনের ভিত্তি প্রস্তরের নকশা দেখানো হয়েছে।

মূলতঃ কোন কারখানা অথবা শপের লে-আউট নকশার মধ্যেই বৈদ্যুতিক লাইন টেনে যান্ত্রিক যন্ত্রাদি স্থাপন করা যায়। অবশ্য অধিকাংশ যান্ত্রিক বস্তু বৈদ্যুতিক মোটর দ্বারা পরিচালনা করা হয়। তাই যান্ত্রিক যন্ত্রাদি দেখানোর ক্ষেত্রে দুই/একটি বৈদ্যুতিক যন্ত্রও এসে যায়।

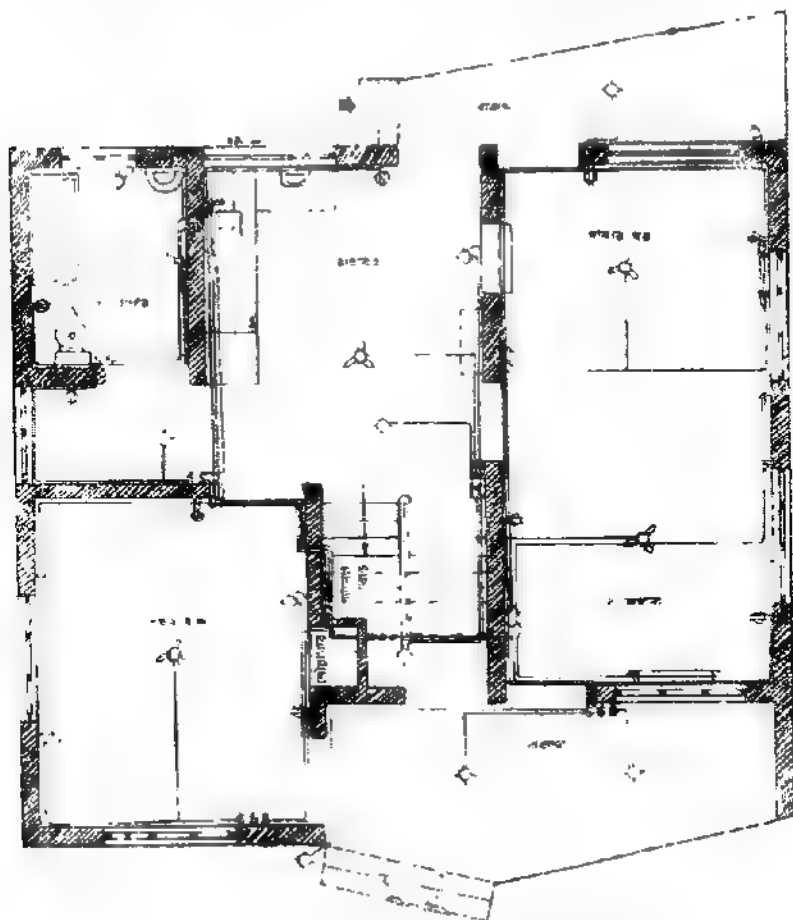


চিত্র ৬.২৫ : একটি কারখানার যান্ত্রিক যন্ত্রাদি স্থাপনের নকশা।

(খ) বৈদ্যুতিক যন্ত্রাদি স্থাপনের নকশা : কোন বৈদ্যুতিক অথবা যান্ত্রিক কারখানার কক্ষের মধ্যে, হেওয়াল অথবা ছাদের সঙ্গে বৈদ্যুতিক যন্ত্রাদি স্থাপন করতে যে নকশা অনুসরণ করা হয়, উহাকে বৈদ্যুতিক যন্ত্রাদি স্থাপনের নকশা বলা হয়। বৈদ্যুতিক যন্ত্রাদি বলতে সুইচ বোর্ড, প্যানেল বোর্ড, বৈদ্যুতিক মোটর, সুইচ গিয়ার, উপবিদ্যুৎ কেন্দ্র ও শক্তি উৎপাদন কেন্দ্রের নিয়ন্ত্রণ যন্ত্রাদি, বৈদ্যুতিক বাতি ও পাখা, বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং, বৈদ্যুতিক জেনারেটর, অ্যান্টিস্টার, ভোল্টমিটার, ওয়াট আওয়ার মিটার, সিনক্রোস্কোপ, ফ্রিকুয়েন্সী মিটার, কলিং বেল, লিফট-কন্ট্রল, সার্কিট ব্রেকার, হাইটেনশন লাইন, লো-টেনশন লাইন, প্রভৃতি বস্তু অধিকাংশ যান্ত্রিক যন্ত্র পরিচালনা করতে বৈদ্যুতিক মোটর ব্যবহৃত হয়। অর্থাৎ ইন্ডিন অথবা টারবাইন দ্বারা বৈদ্যুতিক জেনারেটরকে ঘূর্ণনগতি প্রদান করা হয়, সেখানে যান্ত্রিক ও বৈদ্যুতিক যন্ত্রাদির সমন্বিত নকশাকে যৌথ নকশা নামে অভিহিত করা হয়।



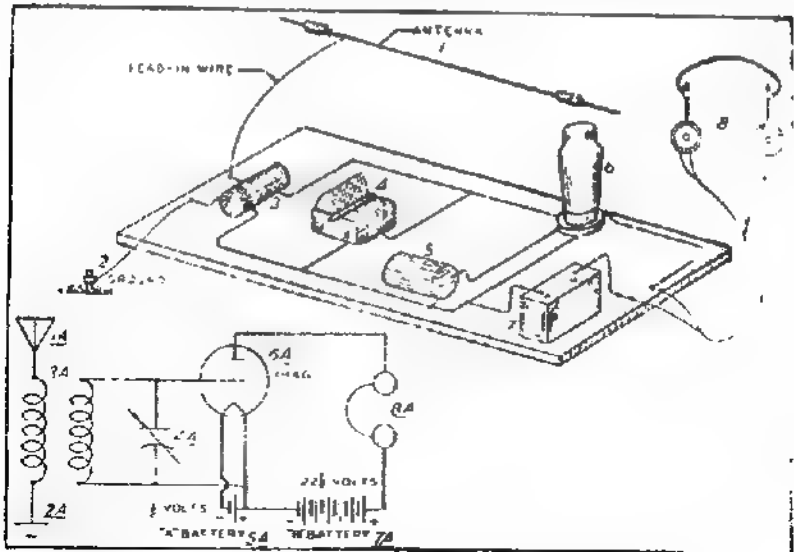
বৈদ্যুতিক যন্ত্রাদি স্থাপন করিতেও কারখানার মধ্যে, দেওরানি ও ছাদে প্রেক্ষণের  
লাইন টানা হয়। রেফারেন্স লাইন টানার জন্য বিভিন্ন বা ভিন্ন মর্যাদার রং ব্যবহার



চিত্র ৬২৬: একটি বাড়িতে বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং ও যন্ত্রাদি সংযোগের  
সে-আউট নকশা।

করা হয় এবং উহান সরবরাহ দিকে বিশেষ প্রকার লাইন প্রয়োজন হয়। ৬.২.৬  
চিত্রে একটি বাড়িতে বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং ও যন্ত্রাদি সংযোগের সে-আউট নকশা  
দেখানো হয়েছে। উক্ত নকশার ব্যাটেন ওয়্যারিং দেখানো হয়েছে।

কোন কোন বৈদ্যুতিক যন্ত্রাদি গুলুনে হাল্কা। ইহঁদের উহাদের সেটের কোন একটি অথবা সকল যন্ত্রাদির কোন কার্ভিনিমিত বোর্ড, হার্ডবোর্ড, প্লাস্টিক



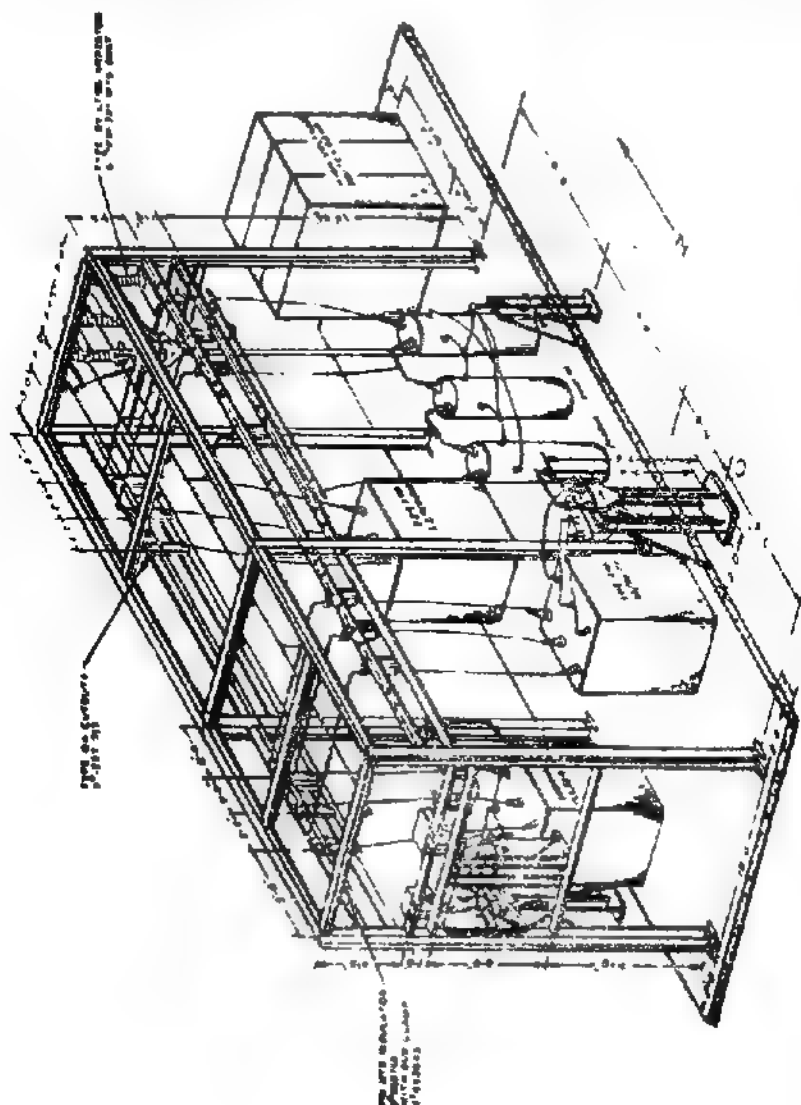
চিত্র ৬.২৭ : একটি বেতার উপর সংযোজিত সাধারণ বেতার যন্ত্রের গ্রাহকের নকশা।

ফাইবার নিমিত্ত বোর্ড প্রভৃতিতে নাট ও বোল্টের সাহায্যে সংযুক্ত করা হয়। যেমন সুইচ বোর্ডকে কার্টের নুক, প্যানেল বোর্ড খাতের নুক, রেডিও বোর্ডকে প্লাস্টিক বা হার্ডবোর্ড প্রভৃতির সঙ্গে সংযুক্ত করা হয়। ৬.২৭ চিত্রটি একটি বোর্ডের উপর সংযোজিত সাধারণ বেতার যন্ত্রের গ্রাহকের নকশা।

(গ) ট্রান্সফরমার ইন্টারের স্থাপন নকশা : একটি ইন্টারের সঙ্গে ট্রান্সফরমার এবং উহার বহাগ, ইনপুট ও আউটপুট তারের সংযোগ, রক্ষণ যন্ত্র (protective device) প্রভৃতিকে সঠিকভাবে সংযোগ স্থাপন করার জন্য ট্রান্সফরমার ইন্টারের স্থাপন নকশা প্রদর্শনের প্রয়োজন হয়। ইন্টারের ধারক নির্মাণ করার জন্য কন্ট্রোল বা ঢালাই নুক এবং খাউসেও হিসেবে খাতের এঙ্গেলবার ব্যবহার করা হয়।

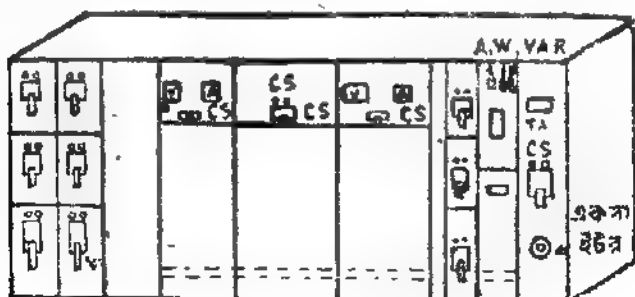
একটি ইন্টারের সঙ্গে একাধিক স্টেপ-আপ ও স্টেপ-ডাউন ট্রান্সফরমার কিতাব উচ্চভোল্টেজ সুইচ গিয়ার প্রভৃতির সংযোগও থাকে। ৬.২৮ চিত্রে এক

ট্রান্সফরমার ইয়ার্ডের স্থাপন নকশা দেখানো হয়েছে। এই ইয়ার্ডের ধাতব দণ্ডগুলি যাতে একটি অপারটির সঙ্গে তড়িতায়িত (electrified) না হয়ে যায়, সেদিকে বিশেষ দৃষ্টি রাখা প্রয়োজন।

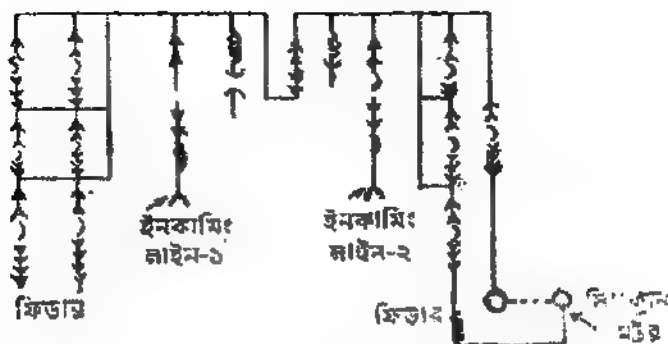


ট্রান্সফরমার ইয়ার্ডের স্থাপন নকশা।  
[চিত্র ৬.২৪ : গ্রীক ও গ্রীক]

(ঘ) সুইচ গিয়ার স্থাপন নকশা : বিভিন্ন পরিমাপের ভোল্টেজ লাইনে সুইচ গিয়ারের সংযোগ থাকে এবং ইহা কোন শক্তি উৎপাদন কেন্দ্রের বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন, সরবরাহ, বন্টন, ভোল্টেজ কম থেকে বেশি অথবা বেশি থেকে কম করার লাইনে নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র হিসেবে ব্যবহৃত হয়। তদুপরি ইহা সুইচিং ও মিটারিং এবং রক্ষণ যন্ত্র হিসেবেও কাজ করে থাকে।



সুইচ গিয়ার সংযুক্তি



সুইচ গিয়ার সংযুক্তি

চিত্র ৬.২৯ : একটি সুইচ গিয়ার সংযোজিত নকশা।

কম, মধ্যম ও উচ্চ ভোল্টেজ সুইচ গিয়ারে বিভিন্ন ধরনের বৈদ্যুতিক যন্ত্রাঙ্গ ব্যবহৃত হয়। ৬.২৯ চিত্রে একটি সম্পূর্ণ সুইচ গিয়ার ইউনিট স্থাপনোপযোগী সংযোজিত ও ওয়্যারিং নকশা দেখানো হয়েছে। উহার উপরে দিকে সুইচ গিয়ারের হাউজিং এবং নিচের দিকে বৈদ্যুতিক লাইনের সংযোজন নকশা অবস্থান করছে।

### যন্ত্রাদি স্থাপনের পরিদর্শন প্রতিবেদন

কোন একটি কারখানা, শিল্প-প্রতিষ্ঠান, শক্তি উৎপাদন কেন্দ্র প্রভৃতিতে বিভিন্ন প্রকার কার্য সম্পাদনের জন্য বাস্তবিক ও বৈদ্যুতিক যন্ত্রাদি স্থাপন করা হয় এবং যন্ত্রাদি প্রস্তুতকরণ সংস্থা এবং যন্ত্রাদি স্থাপন কার্যের অভিজ্ঞ ব্যক্তিদের যৌথ অর্থবা একক কর্তৃত্বপূর্ণতায় এই সকল ব্যবস্থার স্থাপনকার্য সম্পাদন করা হয়। যে প্রতিষ্ঠানে যন্ত্রাদি স্থাপন করা হয়, সেই প্রতিষ্ঠানের উর্ধ্বতন কর্মকর্তা, তত্ত্বাবধায়ক প্রকৌশলী প্রভৃতি ব্যক্তিগণ যন্ত্রাদি স্থাপনকার্য পরিদর্শন করে থাকেন। এই পরিদর্শনকালে তিনি যন্ত্রাদি স্থাপনের লে-আউটে নকশা এবং প্রস্তুতকারক সংস্থার যথাযথ নির্দেশিকা সম্বন্ধে যে কার্য সম্পাদনের যথাযথ পরীক্ষণ গ্রহণ করেন। যন্ত্রাদি স্থাপন কাজের সময় কোন অসুবিধা দেখা দিলে তিনি কার্যক্ষেত্রের প্রকৌশলী, ফোরম্যান, লক্ষ কারিগর প্রভৃতি ব্যক্তিদের সঙ্গে আলোচনা করে এবং কাজের প্রকৃত অবস্থা জেনে তাঁর উর্ধ্বতন কর্তৃপক্ষের নিকট পরিদর্শন প্রতিবেদন প্রদান করেন। এই প্রতিবেদন নিম্নরূপ :

### প্রতিবেদন-১

বরাবর

মহাপরিচালক

কারিগরি শিক্ষা পরিদপ্তর

বাংলাদেশ, ঢাকা।

বিষয় : মরমনসিংহ পলিটেকনিক ইনস্টিটিউটের পাওয়ার শপে কিছু যন্ত্রপাতি স্থাপনের অসুবিধা প্রসঙ্গে পরিদর্শন প্রতিবেদন।

মরমনসিংহ পলিটেকনিক ইনস্টিটিউটের অধ্যক্ষের অফিস নির্দেশের স্মারক নং যন্ত্র স্থাপন/৭২৫, তাং ২০.৩.৮৪ ইং এবং যন্ত্র স্থাপন/৭২৬, তাং ২১.৪.৮৪ ইং মোতাবেক সেই প্রতিষ্ঠানের পাওয়ার শপে কিছু যন্ত্র স্থাপনে অসুবিধা দেখা দিয়েছে। অর্থাৎ ২৬.৪.৮৪ ইং তারিখে সেখানে উপস্থিত হয়ে আমি সেই অসুবিধা সরেজমিনে তদন্ত করি এবং এ ব্যাপারে আমার বক্তব্য নিম্নরূপ :

(ক) ইংল্যান্ডের আর্কফিল্ড কোম্পানী থেকে যে ধার্মাল প্ল্যান্টট মরমনসিংহ পলিটেকনিকে এসেছে, এর সঙ্গে কোন ম্যানুয়াল এবং লাইন প্রক্রিয়ার কিছু যন্ত্রাংশ আসে নি, ফলে উহা স্থাপনে অসুবিধা দেখা দিয়েছে। এ ব্যাপারে

ইংল্যান্ডের আর্মফিল্ড কোম্পানীকে অবধতি ও বধ্যাযথ ব্যবস্থা গ্রহণের জন্য অনুরোধ করা বেতে পারে।

(খ) উক্ত বধ্যাদির মানুয়েল এবং যন্ত্রাংশ সংগ্রহের সমস্ত মূল্য ইংল্যান্ডের আর্মফিল্ড কোম্পানীর এক বা একাধিক বিশেষজ্ঞকে এখানে উপস্থিত হার বধ্যাদি স্থাপন করার পূর্ন উজা চালু করে আনাদের বিশেষজ্ঞকে বুঝিয়ে লিখ্য যাবার জন্য সেই সংস্থাকে অনুরোধ করা যায়।

এ ব্যাপারে বধ্যাযথ নির্দেশ দানের ব্যখিত করা যেন।

জ্ঞাতার্থে ও বধ্যাযথ কার্যার্থে অনুলিপি :

স্বাক্ষরিত / ২৪.৪.২৭ ইং

১। অধ্যক্ষ, পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট,  
ময়মনসিংহ।

প্রকল্প পরিচালক

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা

২। রাষ্ট্রদূত, ইংল্যান্ডের দূতাবাস,  
১১/৩ গুনধানি, ঢাকা।

অবিদপ্তর, ঢাকা।

ইকুইপমেন্ট অফিসার  
কারিগরি শিক্ষা পরিদপ্তর,  
বাংলাদেশ, ঢাকা

## প্রতিবেদন-২

বরাবর

নির্ধািত প্রকৌশলী

বিদ্যুৎ উন্নয়ন বোর্ড

ময়মনসিংহ।

বিষয় : ফুলবাড়ীয়া উপবিদ্যুৎ কেন্দ্র এলাকার একটি স্ট্রীট গিয়ার স্থাপনের  
সমস্যা ও উহা সমাধান প্রসঙ্গে।

সূত্র : আপনার পত্রের স্মারক নং-- বধ্যাদি স্থাপন/২২৩ তা -  
২৬.৫.৮৪ ইং

আপনার সঙ্গে ইতিপূর্বে টেলিফোনে আলাপ ও আপনার পত্র মোতাবেক  
আমি অদ্য ২০.৫.৮৪ ইং তারিখে ফুলবাড়ীয়া উপবিদ্যুৎ কেন্দ্র পরিদর্শন করি  
এবং সেখানকার ফ্রাটবল্ট স্ট্রীট গিয়ারটি স্থানান্তর করে তথায় নতুন স্ট্রীট গিয়ার

স্থাপনের পরবেশ গ্রহণ করি। সেখানকার তত্ত্বাবধায়ক প্রকৌশলীর সঙ্গে আলোচনা করে জানিতে পারলাম যে, উক্ত উপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের তিনটি ফিডারও জলে গিয়েছে। সেজন্য নতুন স্লিচ গিয়ারটি স্থাপনের সঙ্গে সঙ্গে উক্ত ফিডার তিনটিও পরিবর্তন করে নতুন ফিডার সংযুক্ত করা দরকার। তদুপরি পল্লী বিদ্যুতায়ন য়ামতি আরও ১.৫ মেগাওয়াট বৈদ্যুতিক জাহিদা দাবি করায়, সেখানে আরও একটি স্টেপ-আপ ট্রান্সফরমারসহ আনুষঙ্গিক যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হবে। পরবর্তীতে ফুলবাড়ীয়া উপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের এই উন্নয়ন কাজের সমুদয় খরচ ও প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতির হিসাব পেশ করছি।

এ ব্যাপারে আপনার সহায়ক অবদান ও যথাযথ ব্যবস্থা গ্রহণার্থে এ পত্র প্রেরিত হলো। এখানে উল্লেখ্য যে, গত ৩/৪ দিন যাবৎ ফুলবাড়ীয়াতে বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ বন্ধ রয়েছে, ফলে ভারিত ব্যবস্থা গ্রহণ করা প্রয়োজন।

স্বাক্ষরিত

৩৩.৫.৮৪ ইং

জ্ঞাপার্থে ও যথাযথ কার্যার্থে অনুলিপি :

১। বাবু এন. আর. হোড়

আবাসিক প্রকৌশলী, মরমনসিংহ

২। জনাব মোঃ আবদুর রহমান

এস. ডি. খ. ফুলবাড়ীয়া।

(মোঃ আবদুর রাস্তাক)

আবাসিক প্রকৌশলী

ফুলবাড়ীয়া বিদ্যুৎ সরবরাহ

মরমনসিংহ।

(মোঃ আবদুর রাস্তাক)

আবাসিক প্রকৌশলী

ফুলবাড়ীয়া বিদ্যুৎ সরবরাহ।

### প্রিন্টিং বা মুদ্রণ (Printing)

ইহার বাংলা অভিধানিক অর্থ ‘মুদ্রণ প্রক্রিয়া’। সুতরাং যে প্রক্রিয়ার মাধ্যমে বিভিন্ন প্রকার প্ল্যান্ট বা কার্কেলী নকশাসমূহের প্রতিলিপি তৈরি করা হয় উহাকে মুদ্রণ বা প্রিন্টিং বলে। সাধারণত নীল নকশা মুদ্রণ (blueprint drawing)-এর মাধ্যমেই প্ল্যান্ট নকশা প্রস্তুত করা হয়। মূলতঃ প্ল্যান্ট নকশা প্রস্তুতের শেষের ধাপই হলো ‘নীল নকশা’।

‘নীল নকশা’ কথ্যটি, নকশাটির রং থেকেই এসেছে। স্বত্বাং কোন অঙ্কন কাগজে যদি মূল নকশা বা দৃশ্যের রং নীল এবং অঙ্কন-কাগজের রং সাদা,

তানটে অথবা বাদানী রং বারণ করে; উহাকেই নীল নকশা বলা হয়। কেহ-  
বিশেষে কোন কোন নীল নকশার মুদ্রণ কাগজের রং নীল এবং নকশার  
দাগ সাদা দেখা যায়। এই নকশা প্রস্তুতের পূর্বে অল্পন কালো পেন্সিল-  
সাহায্যে প্ল্যানটের পেন্সিলিং নকশা প্রস্তুত করা হয়, উক্ত পেন্সিলিং নকশা  
উপর দিয়ে ইঙ্কিং কালি দিয়ে কালির দাগ আরোপ করা হয়, এর পর সেই  
শীটের উপরে ট্রেসিং কাগজ রেখে কালি দিয়ে ট্রেসিং করা হয়। শেষে এই  
ট্রেসিং কাগজের নকশা, নীল নকশার রাসায়নিক কাগজ, নীল নকশা প্রস্তুত  
যন্ত্রাদি প্রভৃতির সমন্বয়ে তাপ বিকিরণের মাধ্যমে নীল নকশা মুদ্রণ বা প্রস্তুত  
করা হয়। ট্রেসিং কাগজের নকশা থেকে এই পদ্ধতিতে একাধিক প্ল্যানট  
নকশা প্রস্তুত করা হয়।

### মুদ্রণের গুরুত্ব

বিভিন্ন ধরনের উন্নয়নমূলক কাজে নীল নকশা প্রয়োজনের খাতিরে সমস্যা  
ও জনপ্রিয়তার সঙ্গে ব্যবহার করা হয় বলে, নীল নকশার গুরুত্ব অপরিসীম।  
পূর্বেই আলোচনা করা হয়েছে যে, প্ল্যানটের মূল ও ট্রেসিং নকশা থেকেই  
নীল নকশাও সঠিক হবে; অপরদিকে মূল ও ট্রেসিং নকশা ভুল হলে নীল  
নকশাও ভুল হবে। সেজন্য নীল নকশা প্রস্তুতের আগেই অভিজ্ঞ ব্যক্তি বা সঠিক  
বর্গের দ্বারা মূল ও ট্রেসিং নকশার সঠিকতা যাচাই করে নিশ্চিত হয়।

যখন কোন প্রবেশণা সংস্থা কোন দানানকোঠা, বয়সপ্রাপ্তি প্রভৃতির তুলনায়  
আধুনিক নকশা প্রণয়ন করেন; তখন উহাকে নীল নকশার রূপেই প্রস্তুত  
প্রথমতঃ নিজেদের পরিবেশে উহার বাস্তবতার রূপ দেন। অতঃপর অন্যান্য উন্নত  
বা উন্নয়নশীল দেশ এই নকশাকে কার্যকরী নকশা হিসেবে গ্রহণ করে। তখন  
দেশে উক্ত নকশার বাস্তব রূপ দেওয়ার পদক্ষেপ গ্রহণ করেন। সুতরাং নীল নকশা  
এমন একটি কার্যকরী নকশা, বা কোন দেশের উন্নয়ন কাজের সরাসরি ব্যবহৃত  
হয়। সেজন্য কোন প্ল্যানটের নীল নকশা যথাযথ যত্নের সাথে সংরক্ষণ করা  
হয়। নীল নকশার শীটের কোথাও কেটে গেলে অথবা বিবর্ণ হয়ে গেলে উহার  
উপর ট্রেসিং কাগজ এঁটে কালি দিয়ে নকশা এঁকে উহাকে আবার নীল  
নকশায় পরিণত করা হয়। উন্নয়ন কাজের জন্য একটি নকশার প্রয়োজন হলে  
নীল নকশা প্রস্তুতকালে দুই বা ততোধিক সংখ্যক নকশা একই সময়ে প্রস্তুত  
করে সংরক্ষণ করে রাখা হয়।

প্ল্যানটের নীল নকশা সহজে সংরক্ষণযোগ্য না থাকলে উহার প্রকৃত উপস্থিতি  
করা যায় না। সেজন্য কেউ যদি প্ল্যানট স্থাপনে আংশিক নীল নকশা



জ্যামিতিক নিয়ম বা জমোর বারপায় কার্য সম্পাদন করে, তাহলে সেই প্রায়গণের কার্য-কারিতার ব্যাপারে যথেষ্ট সন্দেহ থাকে। আবার নীল নকশার লম্বাগুলির ব্যাপারে যমাব কারিগরের সম্যকধারণা নেই, তাদের দ্বারা যেই প্ল্যানটো স্থাপন কার্য সম্পাদন করতেও উন্নত কলপ্রণয় ব্যাপারে সন্দেহ থাকে। উদাহরণস্বরূপ, আমাদেবর বা অনেক উন্নয়নশীল দেশে অর্থনৈতিক দূর্বস্থা বা অর্থ বীচানোর জন্য, অনেককেই নীল নকশা বা নীল নকশার নির্দেশ ব্যতিরেকে হাতেব আন্দাজে অনেক দালান-কোঠা, বাজাঘাট, বাঁধ প্রভৃতি নির্মাণ করে থাকে, অথচ অনেক ক্ষেত্রে কাঁচা কাজের জন্য হয়কাল পরেই উহা বিধ্বংস হয়ে যায়। এরজন্য শুধু অর্থের অপচয়ই হয় না, বরং অনেক জীবনহানিও ঘটে।

সেজন্য আমরা দেখতে পারি যে, এই ধরনের অপচয় ও জীবনহানি রোধ করার জন্য হাউস বিল্ডিং কর্পোরেশন অব বাংলাদেশ এবং অন্যান্য দেশের হাউস বিল্ডিং সংস্থা কোন প্রায়গণ বা স্ববাস্তি নির্মাণের জন্য যথাযথ নীল নকশা ব্যতিরেকে গাউজ বিল্ডিং-এর ঋণ গ্রহণ কর না। ইহা যে নিঃসন্দেহে একটা স্বস্তি ও ফলপ্রসূ পদক্ষেপ, এতে সন্দেহের কোন অবকাশ নেই।

সেজন্য মন্তব্যে বলা যায় যে, কোন দালানকোঠা, বাজাঘাট, মোটরযান, বৈদ্যুতিক ড্রেনারেটর, এরোস্পেন, নেদযন্ত্র প্রভৃতি প্রস্তুতকালে উহাব সঠিক নীল নকশা অনুসরণ করা স্বাভাবিক।

### প্রতিনিধি নকশা

পূর্বেই আলোচনা করা হয়েছে যে, কোন প্রায়গণের মূল বা ট্রেসিং নকশা থেকেই নীল নকশা প্রস্তুতপ্রণালী অথবা অন্যান্য মুদ্রণ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে উহার একাধিক কপি তৈরি করা হয়। এই নকশাকেই প্রতিনিধি নকশা বলে।

### প্রকারভেদ ও বর্ণনা

ইহাকে নিম্নবর্ণিতভাবে শ্রেণীভেদ করা হয়, যেমন:

১। নীল নকশা, ইহা আবার দুই প্রকার, যথা:

(ক) ফ্রেজ প্রিন্ট নকশা এবং

(খ) অ্যানোনিয়া প্রিন্ট নকশা।

২। অজাঙ্কিত কপিং বা আর্কাইভ প্রিন্টিং নকশা,

৩। ড্যানচাইক কপিং নকশা,

৪। ফটোস্ট্যাট কপিং নকশা,

৫। মিনিগ্ৰাফ বা হেকটোগ্ৰাফ নকশা,

৬। অফসেট প্ৰিন্টিং নকশা, প্ৰভৃতি। নিম্নে বিভিন্ন প্ৰকাৰ প্ৰতিলিপি নকশা সম্বন্ধে বিস্তাৰিতভাৱে বৰ্ণনা কৰা হৈছে। ৬.৩০ চিত্ৰে (পৃঃ ২৫৭ ও ২৬০) প্ৰতিলিপি নকশাসমূহ দেখাযোৱা হৈছে য'ত নীল ফেৰুপ্ৰিন্ট ও আধাতক প্ৰিন্টিং উদাহৰণ। এই নকশাসমূহ প্ৰস্তুত কৰাৰ ব্যৱস্থা অবলম্বন কৰা হয়।

### ১ (ক) ফেৰুপ্ৰিন্ট নকশা (Ferro print drawing)

ফেৰু পেপাৰৰ উপৰ ফেৰু প্ৰিন্ট বহুৰে সমগুৰে যে নকশা প্ৰস্তুত কৰা হয় তাকেই ফেৰু প্ৰিন্ট নকশা বলা হয়। এ-দৰেই ফেৰু পেপাৰটি সেন্সিটাইভ হৈ থাকে, অ'নসেন্সিটাইভ ফেৰু পেপাৰে কোন নীল নকশা উপাদানিত হ'ব পাৰে না। ফেৰু পেপাৰে এবং ফেৰু প্ৰিন্ট বহুৰে এই নকশা প্ৰস্তুত কৰা হয় বুলি এই নকশাৰ নামকৰণ 'ফেৰু প্ৰিন্ট নকশা' কৰা হৈছে (২৫২ পৃষ্ঠাৰ ৬.৩০ (খ) চিত্ৰ দৃষ্টব্য)।

### ফেৰু পেপাৰ

ইহা নীল নকশা প্ৰস্তুতৰ উপযোগী একটী বিশেষ ধৰণৰ অন্ধন কাগজ। ইহাৰ বৰ সাদা এবং নাওঁৰি ধৰণৰ পুৰুষৰ অন্ধন কাগজ। ইহা গোলাকাৰ বোৰ্ড কাটাৰেৰ মাজে জড়িয়ে ৰাখা অবস্থায় বাজাবে গছ হাৰে কিনতে পাওৱা যায়। নকশা প্ৰস্তুতৰ উপযোগিতা বিবেচনা কৰে ইহাকে দুইভাগে শ্ৰেণীভেদ কৰা হয়, যথা:

(অ) সেন্সিটাইভ ফেৰু পেপাৰ, এবং

(আ) অ'নসেন্সিটাইভ ফেৰু পেপাৰ।

যে ফেৰু পেপাৰটোৱে ৰাসায়নিক উপাদান প্ৰয়োগ কৰে নীল নকশা প্ৰস্তুতৰ উপযোগী কৰা হয়, তাকে সেন্সিটাইভ ফেৰু পেপাৰ বুলি। ফেৰু পেপাৰ সেন্সিটাইভ কৰাৰ পৰা উদাহৰণ জড়িয়ে অঙ্ককাৰ অৰ্থত শুক কলেক সংৰক্ষণ কৰা হয়।

অ'নসেন্সিটাইভ ফেৰু পেপাৰক সাধাৰণ ফেৰু পেপাৰ বলা হয়। ইহা সংৰক্ষণৰ হেতুে কোন ব্যৱস্থা নাই শুক কলেক অ'নসেন্সিটাইভ ৰাখিলেই চলে নীল নকশা প্ৰস্তুতৰ আগে ইহাৰ উপৰ ৰাসায়নিক উপাদান প্ৰয়োগ কৰে সেন্সিটাইভ (sensitised) কৰা হয়।

### রাসায়নিক দ্রব্য ও উপকরণ

আনসেসিসটাইজড ফেরু পেপারকে সেন্সিটাইজড করতে নিম্নবর্ণিত রাসায়নিক দ্রব্যাদি ও উপকরণ ব্যবহার করা হয়, যেমন

- ১। পটাশিয়াম ফেরিসাইনাইড (Potassium ferricyanide),
- ২। ফেরিক অ্যামোনিয়াম সাইট্রেট (Ferric ammonium citrate),
- ৩। পানি (Water),
- ৪। একগুণ্ড স্পঞ্জ (Sponge), যার আকৃতি  $6'' \times 3'' \times 3''$  হলে ভাল হয়,
- ৫। একটি প্লাস্টিক অথবা ধাতবপাত্র।

রাসায়নিক দ্রবণ প্রস্তুত করতে হলে উক্ত রাসায়নিক দ্রব্যের নিম্নবর্ণিত অনুপাত ব্যবহার করা হয়, যেমন:

পটাশিয়াম ফেরিসাইনাইড ১ ভাগ, ফেরিক অ্যামোনিয়াম সাইট্রেট ১২ ভাগ এবং পানি ১০ গ্রাণ, যাকে সংক্ষেপে ১: ১২: ১০ বলা চলে। সুতরাং দ্রবণ প্রস্তুতের সময় একটি প্লাস্টিক অথবা ধাতবপাত্রের মধ্যে অধিমের একদশ পানি নেয়া হয়, অতঃপর উহার মধ্যে প্রায় এক ছটাক পরিমাণ পটাশিয়াম ফেরিসাইনাইড ও দেড় ছটাক পরিমাণ ফেরিক অ্যামোনিয়াম সাইট্রেট মিশানো হয়। এই দ্রবণকে বেশিদিন ব্যবহার করা যায় না। দ্রবণ প্রস্তুতের পর ঐহা দ্বারা স্পঞ্জের সমগ্রদিকে ফেরু পেপারের উপর প্রলেপ দেয়া হয়।

গোনে উল্লেখ্য যে, এই দ্রবণের উপরান বিষ জাতীয়, এই উহা ব্যবহারে বিশেষ সতর্কতা অবলম্বন করা প্রয়োজন।

### ফেরু পেপার সেন্সিটাইজড প্রক্রিয়া

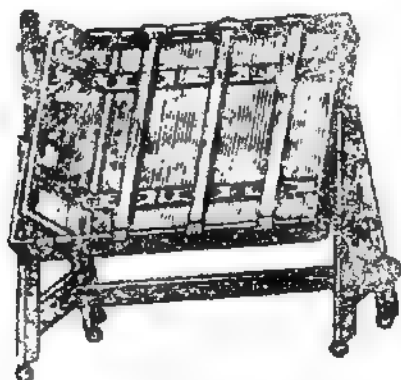
রাসায়নিক দ্রবণ প্রস্তুত করার পর নির্দিষ্ট পরিমাণের ফেরু পেপারকে অঙ্ক-কাল ও শুষ্ক ঘরের টেবিল, ঘেঁষে অথবা সে-এখানে রাখতে হয়। অতঃপর একগুণ্ড স্পঞ্জ দ্রবণের মধ্যে ডুবিয়া ফেরু পেপারের উপর প্রথমতঃ আনুভূমিকভাবে দ্বিতীয়তঃ দীর্ঘাভাবে দাঁড়ের সর্বত্র দ্রবণের প্রলেপ আরোপ করতে হয়। খোলা রাখতে হয় যে, ফেরু পেপারের কোন অংশে বেন দ্রবণ কম-বেশি না বেধে যায় বা কোন স্থানে একেবারেই লাগেনা কি না। অর্থাৎ পেপারের সর্বত্র সমভাবে দ্রবণের প্রলেপ আরোপ করতে হবে। অতঃপর এই পেপারকে অঙ্ককাল ধরে বাতাসে শুকিয়ে শুকিয়ে অঙ্কন কর্তৃক সংরক্ষণ করতে হবে অথবা শুকনই নীল রঙের কাগজে ব্যবহার করতে হবে।

ফেক পেপার সেন্সিটাইজড করা শেষ হলে দ্রবণের পাত্রেই ছিপি ভালভাবে আটকে রাখতে হবে এবং হাতের বিষক্রিয়া দূর করার জন্য মাখন ও তেলি অথবা মিনারল দিয়ে হাত ভাল করে ধুয়ে ফেলতে হবে। এখানে উল্লেখ যে, সেন্সিটাইজড ফেক পেপার কোনভাবে আগুন অথবা রোদ্রতাপ লাগলে উহা বিবর্ণ হয়ে যাবে, যা নীল নকশা প্রস্তুতের উপযোগিতা হারিয়ে ফেলেবে। সেন্সিটাইজড ফেক পেপারের রং হালকা হবুদ প্রকৃতির।

### ফেক প্রিন্ট বস্তু

পূর্বেই কিছুটা আলোকপাত করা হয়েছে যে, ফেক প্রিন্ট নকশা প্রস্তুত করার জন্য ফেক প্রিন্ট যন্ত্র ব্যবহার করা হয়। এই যন্ত্র দেখতে খুব সাধারণ এবং স্ট্রু-ডাম্পের সমন্বয়ে নীল নকশা প্রস্তুত করা হয়। ফেক প্রিন্ট যন্ত্র চিত্রকল্পিত যন্ত্র ও দ্রব্যাদির সমন্বয়ে গঠিত হয়, যেমন :

- ১। কাঠামো, ইহা সাধারণত কাঠ দ্বারা প্রস্তুত হয় এবং লেপেট বাহকের মত
- ২। কাঠামোর উপরকার কাচ, যা কাঠামোর সমান;
- ৩। একটি কল, যা দুই ভাঁজ করলে কাচের সমান হয়,
- ৪। কাঠামোর নিচে ব্যবহৃত কয়েকখানা তক্তা,
- ৫। তক্তা চেপে রাখার কয়েকটি ক্ল্যাম্প,
- ৬। কাঠামোর ঝরিক দণ্ড বা দোপায়া—এই দোপায়াব মাধ্যম থেকে কল আটো বা হক আছে; ইহার উপর বায়ু প্রকৃতির কাঠামোর উভয় পর্দার দৃষ্টি বোল্টের মাধ্যমে ঠেঁগ দিয়ে কাঠামোকে এনিক-ওনিক ধরতে সাহায্য করে



চিত্র ৬.৩১ : একটি ফেক প্রিন্ট যন্ত্রের আইসোসেটিক নকশা।

৬.৩১ চিত্রে একটি ফেক প্রিন্ট যন্ত্রের মাইক্রোস্ট্রিক নকশা দেখানো হয়েছে। এই নকশা দ্বারা নীল নকশা প্রস্তুত করার সময় একটু বেশি জাগে এবং বামেনাও হয় কিছুটা। কিন্তু যন্ত্রটির নির্মাণ রূপত বেশ নয় হয়, যা আমাদের নতুন উন্নয়নশীল দেশের জন্য বেশি উপযোগীও বটে। নকশা প্রস্তুতের সময় ইহাকে রৌদ্রে নিতে হয় এবং কার্যশেষে স্বস্থানে প্রত্যাবর্তন করানো হয়। এই যন্ত্রটি আমাদের দেশে বর্তমান প্রস্তুত করা যায়, তাই নীল নকশা প্রস্তুতের কাজে অন্যান্য বায়নজেন যন্ত্র আনয়ন করার প্রয়োজন পড়ে না।

### ফেক প্রিন্ট নকশা প্রস্তুত

ফেক প্রিন্ট যন্ত্র দ্বারা নীল নকশা প্রস্তুত করার সময় কাগজের নিচের রূপান্তরিত আনয়ন করে উত্তাপিত করে নেয়া হয়। অতঃপর কাঠামোর কাচের দিকটা নিচের দিকে রাখা করে কখনো নিচে উন্নীত করে ট্রেসিং কাগজের নকশা প্রবেশ করানো হয়, যাতে উহা বাচসংলগ্ন থাকে। এরপর ট্রেসিং কাগজের নকশার উপর সেন্সিটাইজড ফেক পেপারের প্রলেপ রাখানো দিকটা ট্রেসিং কাগজের দিকে বেধে কখনো উহার উপর টান করে দিয়া উত্তাপিত করে নিচের দিকে রাখা হয়। এ সময় খোলা রাখতে হয় যে ট্রেসিং কাগজের নকশাটি যাতে সেন্সিটাইজড ফেক পেপারের উপর পুরোটা দান পায় এবং স্ফীকৃত না হয়ে যায়।

অতঃপর কাঠামোকে সুরিবে কাচের দিকটা উপরে উঠাতে হয়, তখন ট্রেসিং কাগজের নকশাটি কাচের দ্বারা দিগে সোজাভাবে দেখা যাবে। এনতঃপাছ, উহাকে রৌদ্রের মধ্যে ৪/৫ মিনিটকাল রেখে দিলে সূর্যকিরণ, ট্রেসিং কাগজের নকশা এবং সেন্সিটাইজড ফেক পেপারের মধ্যে বিক্রিয়াক মাধ্যমে নীল নকশার প্রাথমিক প্রস্তুতি শেষ হবে। এ সময় সূর্যকিরণ যেহেতু ট্রেসিং কাগজে কালির দাগ তৈরি করে যেতে পারে না, সেন্সিটাইজড পেপারের সেই অংশ দান এবং শীটের অবশিষ্ট অংশ সূর্যকিরণ পতিত হয়ে বিক্রিয়াক মাধ্যমে নীল রং বারুণ করার। নির্দিষ্ট সময়ের পর কাঠামোর রূপান্তর ও তত্ত্বাধীন ট্রেসিং কাগজ ও নকশা প্রস্তুতের কাগজকে বের করা হয়। অতঃপর নকশা প্রস্তুতের কাগজটিকে শুষ্কতার কক্ষে রাখিত পানির মাধ্যমে মধ্যে কিছুক্ষণ ভিজিয়ে রাখা পর পানি থেকে উঠানো হলে নীল নকশার দাগগুলো চোখের সম্মুখে ফুটে উঠবে। এর পর এই ভেজা নকশাটিকে শুষ্ক ও শুষ্ক করে টাঙানো দড়ির উপর বেধে বাতাসের হাওয়া শুকানো হয়, অতঃপর উহাকে প্রিন্ট নকশা হিসেবে ব্যবহার করা হয়। ভেজা সূর্যমোড়



## পানির আধার

কেবল প্রিন্টে মস্ত নীল নকশার তাপের বিক্রিয়া সম্পাদনের পর সেন্সিটাইজড কাগজকে পানির আধারে ডুবিয়ে নকশাটিকে ওয়াশ বা ধোত করা হয়। এই নকশাটির যে দিকে রাসায়নিক পদার্থ লেপন করা থাকে, সেই পাখুটি নিচের দিকে রেখে উপরের দিকে হাত দিয়ে নাড়াচাড়া করা হয়; তাহলে পানির সঙ্গে বিক্রিয়ার ফলে নীল নকশাটি স্পষ্টভাবে আঘাদের চক্ষে ভেসে উঠবে। এখানে বিশেষভাবে উল্লেখ্য যে এই পানির আধারটিও অঙ্ককার কক্ষে অবস্থিত এবং আধারটিতে পানির গভীরতা ৬ ইঞ্চির বেশী নয়। নীল নকশাটিকে পানির আধারে ডুবানোর সময় খেয়াল রাখতে হয় যে অঙ্কন শীটের রাসায়নিক দ্রব্যের প্রলেপের দিকটা যেন উপরে না থাকে এবং উহাতে যেন হাতের ঘর্ষণ না লাগে। অন্যথায় নকশাটির প্রলেপ উঠে গিয়ে অকেজো হয়ে যেতে পারে।

## অ্যামোনিয়া প্রিন্ট নকশা

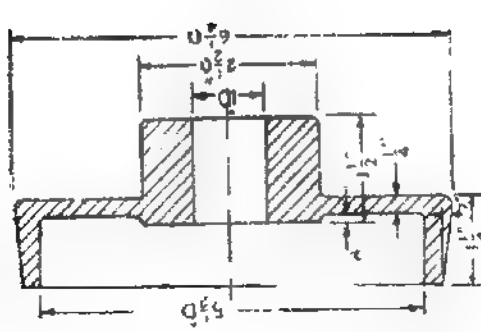
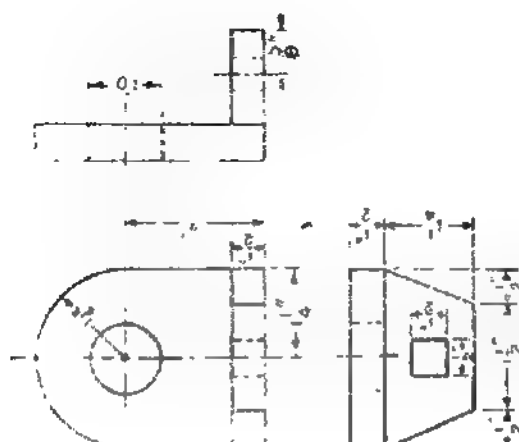
যে নীল নকশা প্রস্তুত করতে অ্যামোনিয়া প্রিন্ট যন্ত্র ব্যবহার করা হয় এবং ধোতকরণ ও গরম করার কাজ একই যন্ত্রে সম্পাদিত হয়, উহাকে অ্যামোনিয়া প্রিন্ট নকশা বলে। এখানে বৈদ্যুতিক বাতির সমন্বয়ে উদ্ভাপিত বা গরম করার কাজ সম্পাদিত হয়। অ্যামোনিয়া প্রিন্ট নকশা প্রস্তুত করার সময়, ট্রেসিং কাগজের মূল নকশার সঙ্গে সোজাভাবে একখানা সেন্সিটাইজড কাগজ এঁটে দেয়া হয়। ট্রেসিং কাগজের নকশার সঙ্গে আনসেন্সিটাইজড কাগজও এঁটে দিলে অ্যামোনিয়া প্রিন্ট নকশা প্রস্তুত হতে পারে, সেক্ষেত্রে অ্যামোনিয়া প্রিন্টিং যন্ত্রে অ্যামোনিয়া গ্যাস থাকে এবং অ্যামোনিয়া গ্যাস ছিটিয়ে দিলে উদ্ভাপের বিক্রিয়ার অ্যামোনিয়া প্রিন্ট নকশা প্রস্তুত হতে পারে। এই নকশাতেও নকশার দাগগুলো সাদা এবং অঙ্কন কাগজের রং নীল বা ভাসাটে হয়। অ্যামোনিয়া প্রিন্ট যন্ত্র দ্বারা এই নকশা প্রতিক্রিয়া তৈরি করা হয় বলে, এই নকশাকে অ্যামোনিয়া প্রিন্ট নকশা বলা হয়।

## অ্যামোনিয়া প্রিন্ট নকশার উপকরণসমূহ

অ্যামোনিয়া প্রিন্ট নকশা প্রস্তুতে কেবল প্রিন্ট নকশা প্রস্তুতের মত এত বেশী উপকরণের প্রয়োজন না। এই নকশা প্রস্তুতে অ্যামোনিয়া প্রিন্ট যন্ত্র, সেন্সিটাইজড অথবা আনসেন্সিটাইজড অঙ্কন কাগজ, অ্যামোনিয়া গ্যাসসহ বোতল, বৈদ্যুতিক টিউব লাইটের সংযোগ, ট্রেসিং কাগজে অঙ্কিত মূল নকশা প্রভৃতি। অপেক্ষাকৃত কম উপকরণে ও কম সময়ে এই নকশা সম্পাদন করা যায় বলে; কম খরচে একাধিক

Table with multiple columns and rows of text, likely a ledger or record book. The text is heavily obscured by noise and artifacts, making it illegible. The structure appears to have several columns, possibly for dates, descriptions, and numerical values.



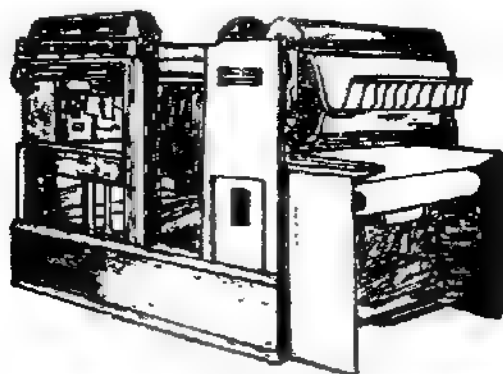


(क) स्थायी-मिश्र त्रि-दिशि नक्शा  
 अ-धुनिक त्रि-दिशि नक्शा  
 चित्र ६.३० : (क) स्थायी-मिश्र त्रि-दिशि नक्शा

নকশারও প্রতিলিপি তৈরি করা সম্ভবপর হয়। এই যন্ত্রে অ্যানোনিয়া প্যান্টের বেশকিছু খাঁজসহ ও যখন অঙ্কন কাগজটি সেন্সিটাইজড থাকে, তখন উহা ছিটানো কান্ড বন্ধ রাখা হয় এবং অ্যানোসেন্সিটাইজড কাগজ দিলে তখনই উহার অ্যানোনিয়া প্যান্ট ছিটানোর প্রয়োজন হয়। তবে অ্যানোনিয়া প্রিন্ট নকশার সাধনগত সেন্সিটাইজড কাগজ ব্যবহার করা হয় না।

### অ্যানোনিয়া প্রিন্ট যন্ত্র

ইহা এমন একটি নীল নকশা প্রস্তুতের যন্ত্র, যা দ্বারা অ্যানোনিয়া প্যান্টের সমন্বয়ে নীল নকশা প্রস্তুত করা হয়। এই যন্ত্র দ্বারা স্বয়ংক্রিয় একাধিক নকশার প্রতিলিপি করা যায় এবং উহার যন্ত্রাংশ সঠিকভাবে কাজ করলে এই প্রক্রিয়ায় নির্মিত নীল নকশা প্রস্তুত করা যায়। বড় বড় অফিস-আদালতে এই যন্ত্রের প্রচলিত যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ৬.৩২: অ্যানোনিয়া প্রিন্ট যন্ত্র।

তবে এই যন্ত্র বেশ ব্যয়বহুল; সেক্ষেত্রে ফের প্রিন্ট যন্ত্রের দাম অনেক কম। ৬.৩২ চিত্রে একটি আধুনিক অ্যানোনিয়া প্রিন্ট যন্ত্র দেখানো হয়েছে। যে প্রতিষ্ঠানে প্রতিনিয়ত একাধিক নির্মিত নকশার প্রয়োজন হয়, সেক্ষেত্রে নীল নকশা প্রস্তুত কাজে অ্যানোনিয়া প্রিন্ট যন্ত্রই ব্যবহার করা হয়। এই যন্ত্রের আরেকটি বিশেষ সুবিধা হলো, যন্ত্র থেকে প্রতিলিপি-নকশা নামানোর পদ পরই উহা কার্যক্ষেত্রে ব্যবহার করা চলে। অর্থাৎ এই প্রতিলিপি-নকশাকে ধৌতকরণ বা ওয়াশিং এর কোন প্রয়োজন হয় না। তবে, এই যন্ত্র দ্বারা প্রতিলিপি-নকশার রং বেশি গাঢ় হয় না বলে, যেখানে অ্যানোনিয়া প্যান্ট

অপেক্ষাকৃত কম হারে ছিটকে পড়ে; সেখানে অন্যান্য স্থানের তুলনায় কম ক্ষতি হয়। ফেরা প্রিন্ট নকশাতে এই অবস্থা অপেক্ষাকৃত কম হারে প্রদর্শিত হয়।

### অ্যামোনিয়া গ্যাসের প্রয়োজনীয়তা

অ্যামোনিয়া প্রিন্ট নকশায় অঙ্কন কাগজকে সেন্সিটাইজড করতে অ্যামোনিয়া গ্যাস ব্যবহার করা হয়। নীল নকশা প্রস্তুতের কাগজ সেন্সিটাইজড থাকলে নকশা প্রস্তুতের সময় এই গ্যাস ব্যবহারের প্রয়োজন হয় না, অন্যথায সবদা ইহা দ্বারা বোতল পূর্ণ করে অ্যামোনিয়া প্রিন্ট যন্ত্রে আটক রাখা হয়।

যন্ত্রে অ্যামোনিয়া প্রিন্ট নকশা প্রস্তুতের সময় একনিকে অ্যামোনিয়া গ্যাস ছিটিয়ে পড়ে এবং অপরদিকে বৈদ্যুতিক আলো ও তাপের বিক্রিয়ায় অঙ্কন কাগজের রং বাদামী বা হালকাটে আকার ধারণ করে। অঙ্কন কাগজের উপর অ্যামোনিয়া গ্যাস একইভাবে বা সমভাবে ছিটিয়ে পড়তে হলে প্রিন্টিং যন্ত্রের গ্যাস ছিটানোর যন্ত্রাঙ্কি সর্বদা ভাল রাখতে হবে, উহার টিপ নষ্ট হলে উহা সঙ্গে সঙ্গে পরিবর্তন করা বুদ্ধিযুক্ত। তাহলে অঙ্কন কাগজের প্রতিনিধি নকশাটি নষ্টও সম্পষ্ট হবার ভয় থাকে না। অ্যামোনিয়া গ্যাস খারাপ গন্ধযুক্ত বিধায় এই গ্যাস ব্যবহারের সময় সতর্কতা অবলম্বন করতে হয়। উহার গন্ধ নাগে নাগে নাক ধুবে এবং চোখে নাগলে চোখ জ্বালা করে ও পানি পড়ে। কোন আবদ্ধ যন্ত্রে অ্যামোনিয়া গ্যাস থাকলে এর দরুন দম বন্ধ করে যাবার আশংকা থাকে।

### বৈদ্যুতিক আলো ও তাপের বিক্রিয়া

ইতিপূর্বেও নীল নকশার আলোকরশ্মি ও তাপের বিক্রিয়া সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়েছে। অ্যামোনিয়া প্রিন্ট যন্ত্রে বৈদ্যুতিক বাতির আলোকরশ্মি ও তাপ অ্যামোনিয়া গ্যাসের সম্বন্ধে বিক্রিয়া ঘটাবে অঙ্কন শীটের রং-এর পরিবর্তন ঘটায়। এই যন্ত্রে বৈদ্যুতিক শক্তির সরবরাহ থাকলেই উহা নীল নকশা প্রস্তুত করতে সক্ষম হয়। তাই, রাত্রিকালে, বাদলা দিন প্রভৃতি যে কোন সময়ে অ্যামোনিয়া প্রিন্ট নকশা প্রস্তুত করা যেতে পারে। বৈদ্যুতিক আলোর তাপও টেনিং কাগজে অপিত কালো দাগ ভেদ করতে পারে না, ফলে অঙ্কন কাগজের স্থান সারা এবং শীটের অপরপূর্ণ অংশে অ্যামোনিয়া গ্যাসের সঙ্গে বৈদ্যুতিক বাতির আলো ও তাপ বিক্রিয়া ঘটিয়ে নকশাকে নীল বা বাদামী রঙে পরিণত করে।

তাই, সূর্যের আলো ও তাপ ছাড়া যেমন ফেরাপ্রিন্টের নীল নকশা প্রস্তুত হতে পারে না, সেইরূপ অ্যামোনিয়া প্রিন্ট নকশাও বৈদ্যুতিক সরবরাহ বা বাতির সাহায্য ছাড়া প্রস্তুত হতে পারে না।

### অ্যামোনিয়া প্রিন্ট নকশা প্রস্তুত প্রণালী

এই নকশা প্রস্তুত করার সময় ট্রেসিং কাগজের মূল নকশার নিচে একটি ফেরু পেপার অথবা যে কোন অন্ধন কাগজ এঁটে দিয়ে অ্যামোনিয়া প্রিন্ট করার রিলের সঙ্গে ধরে যন্ত্রের স্লিট 'সন' করতে হয়। ইতিপূর্বে যন্ত্রের অ্যামোনিয়া গ্যাসের বোতলে অ্যামোনিয়া গ্যাসের উপস্থিতি পরীক্ষা করে নিশ্চিত হয়। এখানে বিশেষভাবে লক্ষণীয় যে, টাইপ যন্ত্রে কোন কাগজ ও অন্ধন পেপার যেভাবে প্রবেশ করানো বা সংযুক্ত করা হয়, এই যন্ত্রেও একইভাবে অন্ধন কাগজ ও ট্রেসিং কাগজ একত্রে প্রবেশ করানো হয়, যাতে বেরিয়ে আসা সময় ট্রেসিং কাগজ উপরে ও অন্ধন কাগজ উঠার নিচে দিয়ে সোজা অন্ধন বের হয়।

অ্যামোনিয়া প্রিন্ট যন্ত্রের বিন এ সময়ে আসতে আসতে খুবতে থাকে এ অন্ধন কাগজ ও ট্রেসিং কাগজকে ভেঙে নিয়ে যায়। এসময়কার উক্ত অন্ধন কাগজের উপর অ্যামোনিয়া গ্যাস সমভাবে ছিটিয়ে পড়তে থাকে এবং অন্ধন কাগজের পুরো অংশে গ্যাস ছিটানো কাজ শেষ হবার পরপরই উঠার উপর বৈদ্যুতিক ব্যতির আলো ও ত্রাপের বিক্রিয়া ঘটে। ফলে, ট্রেসিং কাগজের নকশাটি নীল নকশা হিসেবে অন্ধন কাগজের উপর স্পষ্টভাবে দৃশ্যমান হয়। একটি ফেরু প্রিন্ট নকশা প্রস্তুত হতে যেখানে ১০ থেকে ১৫ মিনিট সময় লাগে, অ্যামোনিয়া প্রিন্ট যন্ত্র দ্বারা নীল নকশা প্রস্তুত করতে যেখানে ১৫ থেকে ২ মিনিট সময় লাগে, তাই, উন্নত দেশসমূহে ফেরু প্রিন্ট নকশার তুলনায় অ্যামোনিয়া প্রিন্ট নীল নকশার ব্যবহার সমধিক।

ফেরু প্রিন্ট নকশার স্ত এ নকশাতেও ট্রেসিং কাগজের কোনো লাগ অন্ধন কাগজে লাগা ও অবশিষ্ট অংশ নীল দেখায়। অ্যামোনিয়া প্রিন্ট নকশা তৈরির পর ট্রেসিং কাগজের মূল নকশা এবং নীল নকশাকে যত্ন সহকারে সংরক্ষণ ও ব্যবহার করা হয়।

### ফেরু ও অ্যামোনিয়া প্রিন্ট নকশার পার্থক্য

কতকগুলি ক্ষেত্রে ফেরু প্রিন্ট ও অ্যামোনিয়া প্রিন্ট নকশার মধ্যে যথেষ্ট তিন থাকলেও আবার কতকগুলি দিকে উহাদের মধ্যে যথেষ্ট পার্থক্য পরিলক্ষিত হয়, নিম্নে উহাদের মধ্যে কনি মৌলিক পার্থক্যগুলি নির্দেশ করা হয়।

## ফেক্স প্রিন্ট নকশা

## অ্যানোনিয়া প্রিন্ট নকশা

(১) সাধারণত নীল নকশা বলতে ফেক্স প্রিন্ট নকশাকেই বুঝায়। যেহেতু ইহা ফেক্স পেপারে পুনঃপ্রিন্ট করা হয়।

(২) ফেক্স প্রিন্ট নকশা প্রস্তুতের পূর্বে ফেক্স পেপারকে নির্দিষ্ট নিয়মে সেন্সিটাইজড করা হয়।

(৩) এই নকশা প্রস্তুতের যন্ত্রকে ফেক্স প্রিন্ট যন্ত্র নামে আখ্যায়িত করা হয়। মূল্যের দিক দিয়ে এই যন্ত্রটি অন্যান্য যন্ত্র অপেক্ষা অনেক সস্তা।

(৪) এই নকশা প্রস্তুতে সময় বেশী লাগে। কারণ, ইহাকে পানিতে ভিজিয়ে আবার বাতাসের উত্তাপে শুকানো হয়। এই ধরনের নকশা পুনঃ-উৎপাদন পদ্ধতিকে ভেজা পদ্ধতি বলা হয়।

(৫) এই নকশা প্রস্তুতের রাসায়নিক উপকরণ বিষক্রিয়া করতে পারে, তাই নাড়াচাড়ায় সাবধানতা অবলম্বন করতে হয়।

(৬) অল্প খরচে এই নকশা পুনঃ-উৎপাদনের ব্যবস্থা করা যায়। তাই, ইহা অনুরূপ দেশের জন্য উপযোগী।

(১) সাধারণত ইহাকে অ্যানোনিয়া প্রিন্ট নকশা নামেই আখ্যায়িত করা হয়, যেহেতু ইহা যেকোন অঙ্কন কাগজে অ্যানোনিয়া গ্যাসের সমন্বয়ে পুনঃপ্রিন্ট করা হয়।

(২) অ্যানোনিয়া প্রিন্ট নকশা প্রস্তুতের পূর্বে অঙ্কন কাগজকে সেন্সিটাইজড করার প্রয়োজন হয় না।

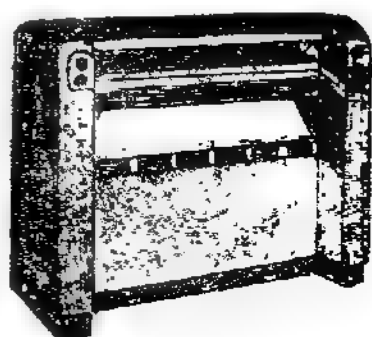
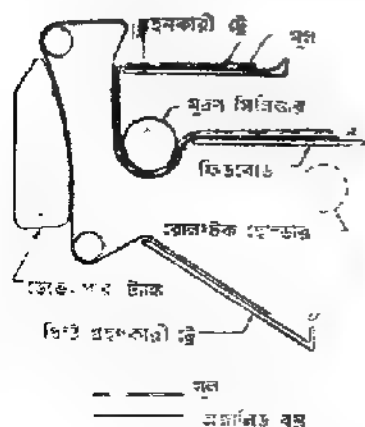
(৩) এই নকশা প্রস্তুতের যন্ত্রকে অ্যানোনিয়া প্রিন্ট যন্ত্র নামে চিহ্নিত করা হয়, যা ফেক্স প্রিন্ট বা অন্যান্য প্রিন্টিং যন্ত্রের তুলনায় অনেক বেশি দামী।

(৪) এই নকশা প্রস্তুতের সময় বেশ অল্প লাগে। কারণ, এই নকশাকে পানিতে ভিজানোর প্রয়োজন হয় না। অ্যানোনিয়া প্রিন্ট যন্ত্রে একদিক দিয়ে ট্রেসিং কাগজের নকশা ও অঙ্কন কাগজ প্রবেশ করালে অপর দিক দিয়ে প্রতি-নিমি নকশা বেরিয়ে আসে।

(৫) এই নকশা প্রস্তুতের রাসায়নিক উপকরণ তেমন বেশি মারাত্মক নয়; ইহা নাড়াচাড়ায় তেমন ক্ষতি করে না কিন্তু অসাবধানতায় শ্বাসকষ্ট সৃষ্টি হতে পারে।

(৬) অল্প খরচে এই নকশা পুনঃ-উৎপাদনের ব্যবস্থা করা যায় না, তাই ইহা অনুরূপ দেশের জন্য উপযোগী নয়।

২। অজালিত কপিং (Ozalid Coping) ক'র জন্য শুধু প্রিন্টিং নকশা। ইহা এমন একপ্রকার পুনঃউৎপাদিত নকশা, যা' অজালিত কপিং যন্ত্রে প্রস্তুত হয়। অজালিত কপিং নকশার দাগগুলি যেন নাল এবং অঙ্কন কাগজের খালি জায়গা হালকা রং ধারণ করে। সেজন্য এই নকশা চোখের সম্মুখে স্পষ্টভাবে ফুটে ওঠে। এই নকশা প্রস্তুতে অ্যামোনিয়া বাষ্প বা অর্ধ অ্যামোনিয়া ব্যবহার করা হয়, যা অঙ্কন কাগজকে সেন্সিটাইভ করবার কাজে ব্যবহৃত হয়। ৬.৩৩ চিত্রে একটি অজালিত কপিং যন্ত্রের আইসোমেট্রিক নকশা (ডান পার্শ্ব) এবং পার্শ্বকল্পিত নকশা (বাম পার্শ্ব) দেখানো হয়েছে।



আইসোমেট্রিক

চিত্র ৬.৩৩ : একটি অজালিত কপিং যন্ত্রের আইসোমেট্রিক নকশা (ডান পার্শ্ব) এবং পার্শ্বকল্পিত নকশা (বাম পার্শ্ব)।

অজালিত কপিং নকশা প্রস্তুত করার সময় একটি ট্রেসিং কাগজের নকশার একটি অজালিত কাগজের সঙ্গে ফিডবোর্ডের উপর রাখা হয় এবং যন্ত্রের স্ক্রিন খুলে রাখা হয়। ফলে, বৈদ্যুতিক মোটর দ্বারা চালিত ছাপানো বেলেট খুলে থাকে এবং ট্রেসিং কাগজের মূল নকশা ও অজালিত কাগজ ছাপানো সিলিন্ডারের চারদিকে ঘুরিয়ে যাওয়ার সময় ট্রেসিং কাগজের নকশার ছাপটি অজালিত কাগজের উপর পড়িত হয়। ছাপানো ফিডবোর্ডে এই নকশা ও ট্রেসিং কাগজের নকশা উপরের দিকে ওঠে এবং উপরের গ্রহণ পাত্রে (receiving tray) ট্রেসিং কাগজের নকশাটি থেকে যায় এবং বেলেটের সঙ্গে অজালিত নকশাটি ছাপানো আধারের নিকট যাব ও সেখানে উহার উপর অর্ধ অ্যামোনিয়া গ্যাস সিক্ত পত্র

নে, তখন অজালিত কাগজের একপাশে লগভলি গাঢ় নালবর্ণ এবং অল্পন কাগজের অন্যান্য স্থান হালকা নালবর্ণ ধারণ করে। অতঃপর এই নকশাটি গ্রহণ পাত্রে গিয়ে জমা হয়। এভাবে অজালিত কপিং নকশা একের পর এক উৎপন্ন হতে থাকে।

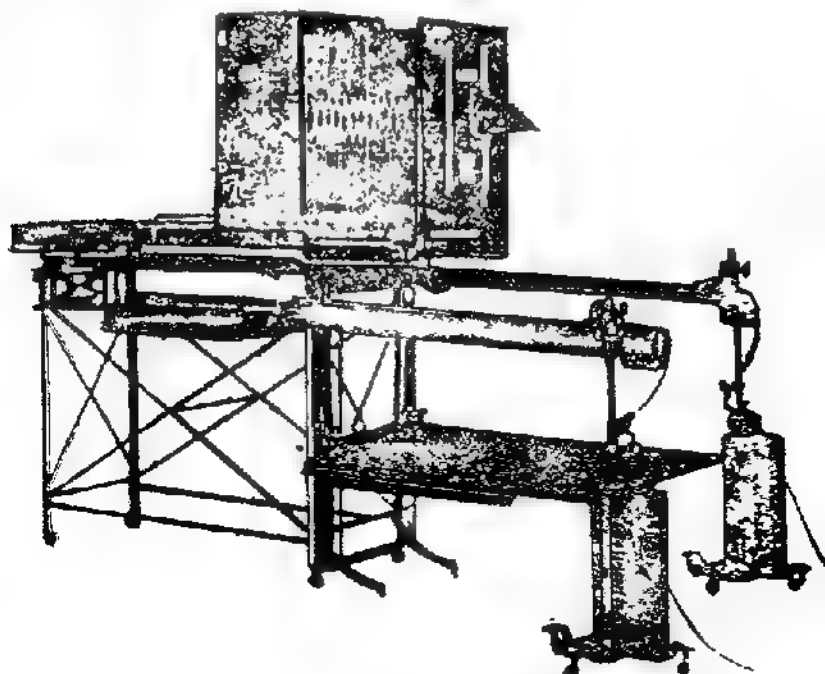
এখানে উল্লেখ্য যে, ড্রাপাঙ্গে গিলিগারাটি একটি বৈদ্যুতিক আলোর উৎস, যার মাধ্যমে এবং আর্জ আনোনিয়া গ্যাসের সহায়তায় শুক বা অর্ধ শুক অজালিত নকশা উৎপন্ন করা হয়। অজালিত কাগজ প্রাথমিকভাবে সেন্সিটাইজড করা থাকে এবং নকশার রং গাঢ় করার জন্যই পলে আবার উৎপাদন বশে আর্জ আনোনিয়া গ্যাস দ্বিগুণে দেয়া হয়।

৩। ড্যান্ডাইক কপিং (Vandyke print) নকশা : যে প্রতিনিধি-নকশা প্রস্তুত করতে ড্যান্ডাইক কাগজ ব্যবহৃত হয়, উহাকে ড্যান্ডাইক প্রিন্ট নকশা বলে। এই নকশা প্রস্তুত করতে দুই বকস প্রক্রিয়া ব্যবহার করা হয়। একটি প্রক্রিয়ার ঘন বাদামী রঙের ড্যান্ডাইক কাগজে প্রতিনিধি-নকশার লগভলি শাদা হয়। অপর প্রক্রিয়ার বিশেষ ড্যান্ডাইক কাগজে প্রতিনিধি-নকশার লগভলি ঘন বা কালো রঙ ধারণ করে এবং ড্যান্ডাইক কাগজের অপরাপর খালি জায়গায় হালকা রঙ উৎপাদিত হয়। ড্যান্ডাইক অথবা এই ধরনের নেগেটিভ নকশা থেকে অতি সহজে নীল অথবা কালো লাইনবিশিষ্ট পজিটিভ প্রিন্টের নকশা প্রস্তুত করা যায়। আমাদের দেশে এই ধরনের নকশার প্রচলন একেবারে নেই বললেই চলে।

৪। ফটোস্ট্যাট (Photostat) কপিং নকশা : যে কোন কিছু অঁকা অথবা লেখা থাকলে, ফটোস্ট্যাট কপিং নকশার মাধ্যমে মূল নকশা থেকে অল্পসময়ে একাধিক নকশা পুনরুৎপাদন করা যায়। এই নকশা প্রস্তুতের জন্য প্রস্তুতকারককে বেশি আবেলা পোহাতে হয় না। ফটোস্ট্যাট যন্ত্র দ্বারা এই নকশা উৎপাদন করা হয়। যে কোন কাগজে এই নকশা পুনরুৎপাদন করা যায়।

ফটোস্ট্যাট যন্ত্রের নির্দিষ্ট স্থানে কাগজ জমা থাকে এবং মূল অঙ্কন কাগজটি যন্ত্রের প্রবেশ দ্বারে রেখে যন্ত্রের বৈদ্যুতিক সুইচ অন করতে হয়। ইহাতে যন্ত্রের পুনঃউৎপাদন কাজ শুরু হয়। তখন উহাতে বৈদ্যুতিক বাতি জলে এবং স্বয়ংক্রিয় ক্যামেরার সাহায্যে মূল অঙ্কন কাগজের নকশা অথবা লেখাটি প্রেরিত কাগজে উঠে যায় এবং রাসায়নিক উপাদানের সাহায্যে উহা স্থায়ী করে আমাদের চোখের সামনে ভেসে উঠে। নকশাটি প্রতিনিধিকৃত হলে, মূল নকশা ও ফটোস্ট্যাট

নকশাকে আলাদা করা হয়। বর্তমানে গ্রাফ মকশা দেশেই এই ধরনের প্রতিলিপি নকশাকে জনপ্রিয়তার মাধ্যমে ব্যবহার করা হচ্ছে।



চিত্র ৬.৩৪ : একটি কটোম্যাট মকশা।

এই কটোম্যাট কপিং প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন প্রকার মটরিকোটে, ফটো, মলিন পত্রাদি, পুস্তকাদির মুদ্রিত নকশা, সংবাদপত্রের খবর ও নকশা প্রভৃতি বহু সহকারে পুনরুৎপাদন করা হয়। ৬.৩৪ চিত্রে একটি কটোম্যাট কপিং বহু দেখানো হয়েছে।

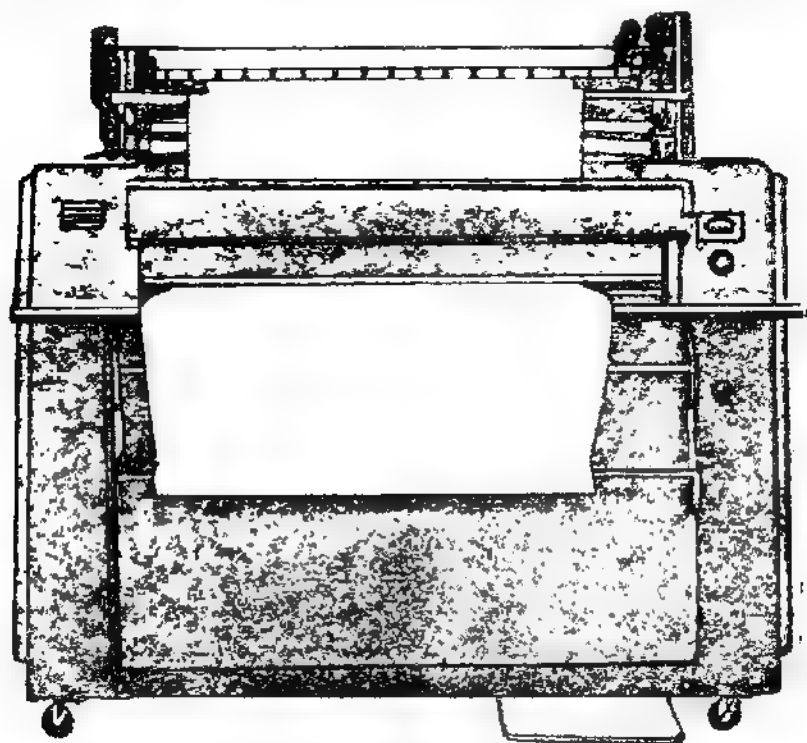
৩। মিনিওগ্রাফ ও হেটোগ্রাফ নকশা : ইহা এমন এক প্রকার কটোম্যাটিক পদ্ধতি, যার মাধ্যমে মূল নকশা থেকে যে কোন কাগজে নকশা প্রতিলিপি করা হয়। ইহা ফটোচিট্র নকশার অন্য পদ্ধতি হিসেবেও বহু নামে ডাকা হয়। ইহা মূল নকশার সমান কপি প্রস্তুত করে। মিনিওগ্রাফ ও হেটোগ্রাফ নকশার মূল আলোচিত্র গ্রহণের বস্তু থাকে, যার দ্বারা মূল নকশার ছাপ গ্রহণের পন্থা সম্পর্কিত উপাদানের মাধ্যমে উক্ত নকশার প্রতিলিপি তৈরি করা হয়।



৬। অফসেট (off set) প্রিন্টিং নকশা : যখন প্ল্যানিং বা নীল নকশার সংখ্যা নির্দিষ্ট সময় সাপেক্ষে অধিক সংখ্যক প্রয়োজন হয়, সেই সময় অন্যান্য পদ্ধতিতে মূল নকশার প্রতিলিপি করার পরিবর্তে অফসেট প্রিন্টিং পদ্ধতিতে নকশা প্রস্তুত করা হয়। এই পদ্ধতির মাধ্যমে মূল নকশার সমান অথবা বিভিন্ন আকৃতিতে প্রতিলিপি-নকশা প্রস্তুত করা যায়। সুতরাং বিশেষ কোন পত্রিকা, নকশা প্রভৃতি শীঘ্র মুদ্রণের জন্য অফসেট প্রিন্টিং নকশা ব্যবহার করা হয়।

### একটানা নীল নকশা প্রস্তুতের যন্ত্র

এতদ্ব্যতীত বিভিন্ন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে নীল নকশা এবং অন্যান্য প্রতিলিপি-নকশা প্রস্তুতপ্রণালী সম্বন্ধে বর্ণনা করা হয়েছে। এখন যে পদ্ধতি সম্বন্ধে আলোচনা করা হবে, উহাকে একটানা নীল নকশা প্রস্তুতপ্রণালী বলা হয়। এই নকশা



চিত্র ৬.৩৫ : একটি একটানা নীল নকশা প্রস্তুতের যন্ত্র।

প্রভুতের জন্য একটানা নীল নকশা প্রভুতের যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, যার মহাস্থিতির মধ্যে ট্রেসিং কাগজের মূল নকশার সঙ্গে সেন্সিটাইজড ফেক্স পেপার প্রদান করা হলে একের পর এক বৈদ্যুতিক আলোকরশ্মির বিক্রিয়া, পানির পাত্তাস্থিত পানির বিক্রিয়া, সিল্ক বা ভেড়া নকশাটিকে ভাগপ্রয়োগে শুক করা, সংরক্ষণ করা প্রভৃতি কার্য সম্পাদিত হয়ে প্রতিমিপি বা নীল নকশা প্রস্তুত করে। C. F. Pease Co, এই যন্ত্রটি আবিষ্কার করেছেন।

৬.৩৫ চিত্রে একটি একটানা নীল নকশা প্রভুতের যন্ত্র দেখানো হয়েছে। এই যন্ত্র দ্বারা একই সময়ে ফেক্স প্রিন্ট যন্ত্রের চেয়ে অধিক সংখ্যক নীল নকশা প্রস্তুত করা যায়। নীল নকশার অঙ্কন কাগজে কোথাও ভুলত্রুটি সংশোধন করার জন্য আলকালাইন দ্রবন (alkaline solution) ব্যবহার করা হয়।

### প্রশ্নমালা

- ১। (ক) প্ল্যান্ট নকশা (Plant drawing) বলতে কি বুঝ?
- (খ) কোন্ কোন্ নকশা প্ল্যান্ট নকশার আওতাভুক্ত বুলিয়ে বল
- (গ) প্ল্যান্ট নকশা অঙ্কন করতে কি কি যন্ত্রপাতি ও ত্রব্যাদি ব্যবহৃত হয় এবং একটি এনিলিস দাও।
- ২। (ক) সেন্সিটাইজ ইঙ্কিং ও ট্রেসিং নকশা বলতে কি বুঝ?
- (খ) উক্ত নকশাগুলি কখন অঙ্কনের প্রয়োজন হয় নির্ণয়।
- (গ) উন্নয়ন কাজে এই সকল নকশার প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।
- ৩। (ক) প্ল্যান্ট নকশার গঠনকরণের প্রয়োজন কি?
- (খ) উক্ত ও ভুল প্ল্যান্ট নকশার সুবিধা ও অসুবিধা সম্বন্ধে সংক্ষেপে লিখ।
- (গ) প্ল্যান্ট নকশা সংরক্ষণ বলতে কি বুঝ?
- ৪। (ক) প্ল্যান্টের লে-আউট নকশা বলতে কি বুঝ?
- (খ) ইহা কোন কোন নকশার সমন্বয়ে গঠিত হয়?
- (গ) একটি দালানের প্ল্যান এঁকে দেখাও।
- ৫। (ক) কোন দালানকোঠা অথবা যন্ত্রাধির সমুদ্র এলিভেশন অঙ্কনের প্রয়োজন হয় কেন?
- (খ) পার্শ্ব এলিভেশন বলতে সাধারণত কোন্ নকশা বুঝায়?
- (গ) একটি দালানের মেঝে থেকে ৪ ফুট উপরের কতিপিত আইসোলেশন বা প্ল্যানের পূর্বপরিকল্পিত নকশা এঁকে দেখাও।

- ৬। একটি দালান বা ইमारতের দৈর্ঘ্য ২৪' — ০'', প্রস্থ ১২' — ১'' এবং উচ্চতা ১১' — ৪'। উহার সামনের দিকের মাঝখানে একটি দরজা ও দুই জানালা আছে; পিছনের দিকে তিনটি এবং পার্শ্ব একটি করে জানালা আছে; দরজা ও জানালার পরিমাপ যথাক্রমে ৭' — ০" X ৩' — ০" এবং ৩' — ০" X ২' — ০'', অন্যান্য পরিমাপ পছন্দমত। উক্ত দালানটির প্রাচীর, সমুখ ও পার্শ্ব এলিভেশন অঙ্কন করে দেখাও।
- ৭। একটি আধুনিক পাওয়ার শপের নে-আউট নকশা অঙ্কন কর, যার দালানের মধ্যে আধুনিক বস্তুপাতি সজ্জিত রয়েছে।
- ৮। একটি কার্শপের নে-আউট নকশা অঙ্কন করে দেখাও, যার দৈর্ঘ্য ৭০ ফুট ও প্রস্থ ২৫ ফুট এবং অন্যান্য পরিমাপ পছন্দমত।
- ৯। একটি যান্ত্রিক শপের দৈর্ঘ্য ৩০ ফুট ও প্রস্থ ৩০ ফুট এবং অন্যান্য পরিমাপ স্বাভাবিক মত। উহার একটি নে-আউট নকশা অঙ্কন কর।
- ১০। (ক) গ্যারেজে কি কি কার্য সম্পাদিত হয়?  
(খ) একটি আধুনিক গ্যারেজের প্রাচীর বা নে-আউট নকশা অঙ্কন কর।
- ১১। (ক) সার্ভিস স্টেশনে কি কি কার্য সম্পাদিত হয়?  
(খ) একটি আধুনিক সার্ভিস স্টেশনের নে-আউট নকশা এঁকে দেখাও।
- ১২। (ক) শক্তি উৎপাদন কেন্দ্রের নে-আউট নকশা বলতে কি বুঝ?  
(খ) বাংলাদেশে কোন কোন ধরনের শক্তি উৎপাদন কেন্দ্র চালু রয়েছে।  
(গ) একটি ছুই ইউনিটবিশিষ্ট ডিজেল বিদ্যুৎ কেন্দ্রের নে-আউট নকশা এঁকে দেখাও, যাতে একটি ভবিষ্যৎ ইউনিটের স্থান দেখানো হয়েছে।
- ১৩। (ক) কয়লা ব্যবহৃত তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের ব্যবস্থাপনার কি কি বস্তু ও দ্রব্য ব্যবহৃত হয়ে থাকে?  
(খ) একটি তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের নে-আউট নকশা অঙ্কন কর।
- ১৪। (ক) একটি দালানের ভিত্তি স্থাপনের প্রাচীর বা নে-আউট নকশা অঙ্কন কর।  
(খ) ভিত্তিপ্রস্তর স্থাপন এবং উহার উপর তৈরি পার্শ্ব-নেওয়ারের পূর্ণ তথ্য অঙ্কন ও উল্লেখ করে দেখাও।
- ১৫। (ক) রেকারেন্স লাইন (reference line) বলতে কি বুঝ?  
(খ) একটি পাওয়ার শপে বস্তুপাতি স্থাপনের জন্য রেকারেন্স লাইন অঙ্কন করে দেখাও।

- ১৬। (ক) একটি যান্ত্রিক শপে সেকারেন্স লাইনের মাধ্যমে যান্ত্রিক বস্তাদি স্থাপনের নকশা অঙ্কন কর।  
 (খ) একটি বৈদ্যুতিক শপে সেকারেন্স লাইনের মাধ্যমে বৈদ্যুতিক বস্তাদি স্থাপনের নকশা অঙ্কন কর।
- ১৭। (ক) একটি বোর্ডের উপর সংযোজিত মাধ্যমে বেতারবহুর প্রদানের সেন্সাউট নকশা অঙ্কন কর।  
 (খ) একটি ট্রান্সমিটার ইন্টার্ভের স্থাপন নকশা এঁকে দেখাও।
- ১৮। (ক) একটি প্রুইট পিরার স্থাপন নকশা অঙ্কন কর।  
 (খ) ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইনস্টিটিউটের পাওয়ার শপে কিছু বহুপ্তি স্থাপনের ধরুবিধা প্রসঙ্গে পরিদর্শন প্রতিবেদন লিখ।
- ১৯। লিখ :  
 (ক) প্ল্যানিং নকশা,  
 (খ) এলাকা নির্বাচন (site selection),  
 (গ) প্ল্যান (plan),  
 (ঘ) এলিভেশন (elevation)।
- ২০। (ক) প্রিন্টিং বা মুদ্রণ কি?  
 (খ) নীল নকশা মুদ্রণ (Blue Print Printing) বলতে কি বুঝ?  
 (গ) উদাহরণস্বরূপ কাজে উহার গুরুত্ব আলোচনা কর।
- ২১। (ক) প্রতিলিপি-নকশা বলতে কি বুঝ?  
 (খ) ইহা সাধারণত কত প্রকার ও কি কি?
- ২২। (ক) নীল নকশা কত প্রকার ও কি কি?  
 (খ) ফের প্রিন্ট নকশা বলতে কি বুঝ?  
 (গ) নীল নকশা প্রস্তুতে ব্যবহৃত রাসায়নিক দ্রব্য ও উপকরণগুলির নাম লিখ।
- ২৩। (ক) ফের পেপার কি?  
 (খ) উহাকে সেন্সিটাইজড (sensitised) করার প্রয়োজন হয় কেন?  
 (গ) একটি আনসেন্সিটাইজড ফের পেপারকে সেন্সিটাইজড করার প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।
- ২৪। (ক) একটি ফের প্রিন্ট বহুর নকশা অঙ্কন করে উহার সেন্সিটাইজড লিখ।  
 (খ) একটি ফের প্রিন্ট নকশার প্রস্তুতপ্রণালী বিস্তারিতভাবে লিখ।

- ২৫। (ক) নীল নকশা প্রস্তুতে আলোকরশ্মি ও তাপের বিক্রিয়া বর্ণনা কর।  
 (খ) ইহা প্রস্তুতে যশাকার কক্ষ ও পানির আধারের প্রয়োজন হয় কেন?
- ২৬। (ক) অ্যানোনিয়া প্রিন্ট নকশা বলতে কি বুঝ?  
 (খ) এই নকশায় কি কি উপকরণের প্রয়োজন হয় লিখ।  
 (গ) একটি অ্যানোনিয়া প্রিন্ট নকশার প্রস্তুত প্রণালী বর্ণনা কর।
- ২৭। ফেরু প্রিন্ট ও অ্যানোনিয়া প্রিন্ট নকশার মধ্যে বিরাজমান পার্থক্যটি নির্দেশ কর।
- ২৮। চীকা লিখ:  
 (ক) অজালিড (Ozalid) কপিং নকশা,  
 (খ) ভ্যানডাইক (Vandyke) কপিং নকশা,  
 (গ) ফটোস্ট্যাট (Photostat) কপিং নকশা,  
 (ঘ) মিনিওগ্রাফ বা হেক্টোগ্রাফ (Mimeograph or Hectograph) নকশা।  
 (ঙ) অফসেট (Offset) প্রিন্টিং নকশা।
- ২৯। (ক) একটানা নীল নকশা প্রস্তুতের জন্য কি কি ব্যবস্থা গ্রহণ আবশ্যিক করা হয়?  
 (খ) নীল নকশার একটি নমুনা অঙ্কন করে দেখাও।
- ৩০। গঠক তথ্য নিম্নবিন্যাস কর:
- (ক) প্ল্যানিট নকশার আওতাভুক্ত প্রধানত: —  
 (অ) দালানকোঠার নকশা, (আ) শক্তি উৎপাদন কেন্দ্রের নকশা,  
 (ই) কারখানার নকশা, (ঈ) ব্রিজ ও রাস্তার নকশা।
- (খ) নীল নকশার থাকে সাধারণত —  
 (অ) নকশার দাগ কালো ও প্রিন্টিং কাগজের অবশিষ্ট অংশ নীল,  
 (আ) নকশার দাগ সাদা ও প্রিন্টিং কাগজের অবশিষ্ট অংশ নীল,  
 (ই) নকশার দাগ নীল ও অঙ্কন কাগজের অবশিষ্ট অংশ সাদা।
- (গ) অঙ্কন কাগজের গাঢ় কালির লাগের মধ্য বিবে—  
 (খ) আলোকরশ্মি ভেদ করতে পারে,  
 (আ) আলোকরশ্মি ভেদ করতে পারে না।
- (ঘ) সেনিটাইজড ফেরু পেন্সিলের রং সাধারণত —  
 (অ) কালো, (আ) হালকা হলুদ, (ই) হালকা নীল, (ঈ) সাদা।

- (ঙ) নীল ছাপাৰ নকশা প্ৰস্তুতে প্ৰয়োজন হয় —
  - (অ) আলোনিয় কক, (আ) অক্সিজেন কক।
- (চ) নীল ছাপাৰ নকশা প্ৰস্তুতৰ ৰাসায়নিক উপাদান —
  - (অ) পটাশিয়াম ফেৰিগায়ানাইড ও ফেৰিক এমোবাইটেট,
  - (আ) সাইয়োনাইট অৰ অ্যানোনিয়া ও পটাশিয়াম সাইট্ৰেট।
- (ছ) নীল ছাপাৰ নকশা প্ৰস্তুতৰ জন্য কাঠামোকে বোৱাৰে ৰাখা হয় —
  - (জ) ১০/১২ মিনিটকাল, (আ) ৪/৫ মিনিটকাল,
  - (ই) ১৫/১৬ মিনিটকাল।
- (জ) স্বয়ং গনৰে মুদ্ৰণ (Print) বা ছাপা হয় —
  - (অ) ফেক প্ৰিণ্ট বদ্ব, (আ) অ্যানোনিয়া প্ৰিণ্ট বদ্ব।
- (ঝ) ভেৰা নীল নকশা শুকাতে হয় —
  - (অ) বোৱা, (আ) হিটোৱা, (ই) বৰেৰ মধ্য বাতাসেৰে শুকাও।
- (ঞ) ৰাসায়নিক পদাৰ্থেৰে শুকাও —
  - (অ) পানি, (আ) পেট্ৰল, (ই) ডিজেল।